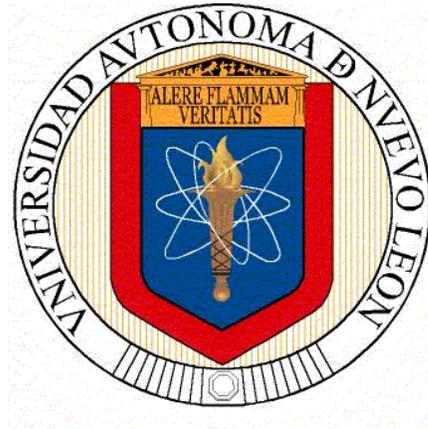


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA EN LA COMUNIDAD  
DE MATORRAL SUBMONTANO DE LA SIERRA  
DE PICACHOS, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

**POR**

**M. C. RUBÉN MARCOS GONZÁLEZ IGLESIAS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO DE VIDA  
SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE.**

**MARZO, 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA EN LA COMUNIDAD  
DE MATORRAL SUBMONTANO DE LA SIERRA  
DE PICACHOS, NUEVO LEÓN, MÉXICO.

POR

M. C. RUBÉN MARCOS GONZÁLEZ IGLESIAS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO DE VIDA  
SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

MARZO, 2015

EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA EN LA COMUNIDAD  
DE MATORRAL SUBMONTANO DE LA SIERRA DE PICACHOS,  
NUEVO LEÓN, MÉXICO.

Comité de Tesis

---

Dr. Armando Jesús Contreras Balderas  
Director de Tesis

---

Dr. José Ma. Torres Ayala  
Secretario

---

Dr. Juan Antonio García Salas  
Vocal

---

Dra. María de Lourdes Lozano Vilano  
Vocal

---

Dr. Roberto Mercado Hernández  
Vocal

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias DIOS por esta vida maravillosa y por la oportunidad de ver realizada esta meta.

A mi esposa SONIA GABRIELA ORTIZ MACIEL por su apoyo constante, por su dedicación, su comprensión, su pasión, su confianza y amor, por formar parte de esta aventura conmigo, por ser mi PAREJA.

A mis hijos, ANA PAULA, DIEGO y REBECA, por su amor, por su apoyo, su paciencia y toda la enseñanza que comparten conmigo para que juntos crezcamos en FAMILIA.

A mi Papá y mi Mamá, los señores Rubén González y María Antonieta Iglesias, incansable ejemplo de constancia, voluntad, paciencia, respeto, amor entre otros valores familiares que han compartido conmigo y mi familia, GRACIAS.

A mis hermanos Ernesto y Carlos y sus respectivas familias, por el apoyo que siempre me han brindado permitiéndome alcanzar metas, por compartir proyectos de trabajo y de vida, por ser mi apoyo siempre.

Al Sr. Homero Chapa Flores del Ejido Sombreretillo, Sabinas Hidalgo, Nuevo León, hombre de ciencia empírica quien compartió su conocimiento con varios biólogos incluyéndome. Gracias Homero por tu generosidad, confianza y tu amistad.

A mi director de tesis, el Dr. Armando Jesús Contreras Balderas, por haberme dado la oportunidad de formar parte del Laboratorio de Ornitología y fungir como mi director de tesis, por los consejos, la perseverancia y la paciencia para con un servidor, por la amistad, gracias.

Externo mi agradecimiento a la comisión de tesis integrada por: Dra. María de Lourdes Lozano Vilano, Dr. Juan Antonio García Salas, Dr. José María Torres Ayala y Dr.

Roberto Mercado Hernández por sus sugerencias en el mejoramiento de esta tesis, además de siempre alentarme en la conclusión del presente estudio.

En especial quiero agradecer a los biólogos Dr. José Juan Flores Maldonado, Claudia Beatriz Ramos Silva, M. C. Cuauhtémoc Ibarra Sánchez, Oscar Gehú Paz Tovar, Liz Gaspar Rodríguez, a la M. C. Claudia María Macías Caballero y M. C. Patricia Vela Coiffier, Dr. Antonio Moreno Talamantes, Dr. Mario Alberto García Aranda, por su apoyo en el trabajo de campo, la retroalimentación y el apoyo brindado en torno a este trabajo académico.

También agradezco al Hax y la Nori por su por su compañía en las salidas de campo a la Sierra de Picachos.

Un especial reconocimiento a la Subdirección de Posgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas por facilitar mi estancia durante mis estudios de Doctorado.

Finalmente, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la Beca y apoyo económico otorgado para el desarrollo de mis estudios de Posgrado (#161231).

# DEDICATORIA

A DIOS ESPECIALMENTE

A MI ESPOSA

**Sonia Gabriela Ortíz Maciel**

A MIS HIJOS

Ana Paula

Diego Alejandro

Rebeca

A MIS PADRES

Rubén Marcos González Contreras

María Antonieta Iglesias Nieto

A MIS HERMANOS Y SUS FAMILIAS

Carlos y Mayra

Carlos, Fernanda y Leonardo

Ernesto y Alejandra

Mateo

A MIS COMPADRES, AMIGOS Y COMPAÑEROS

# INDICE

	página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>ANTECEDENTES</b>	4
Sierra de Picachos, una región prioritaria terrestre para la conservación	4
Integridad ecológica	8
Indicadores ecológicos	10
Descripción de las características bióticas	12
Descripción de los factores físicos del sitio	14
• Climatología	14
• Geología y geomorfología	17
• Edafología	20
• Hidrología	23
Matorral submontano	26
Ornitofauna en Nuevo León	37
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	42
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	45
Objetivos específicos	45
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b>	46
Ubicación del sitio	46
Evaluación de la Integridad Ecológica del matorral submontano de la Sierra de Picachos	48
Índice de la Densidad de la Vegetación del matorral submontano de la Sierra de Picachos	50

Índice del Valor Ecológico del matorral submontano de la Sierra de Picachos	53
Índice de Valoración del Paisaje del matorral submontano de la Sierra de Picachos	60
Índice de la Condición de Desarrollo Vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos	64
Establecer la riqueza y diversidad de las plantas y ornitofauna del matorral submontano de la Sierra de Picachos	67
<b>RESULTADOS</b>	70
Índice de la Densidad de la Vegetación del matorral submontano de la Sierra de Picachos	70
Índice del Valor Ecológico del matorral submontano de la Sierra de Picachos	89
Índice de Valoración del Paisaje del matorral submontano de la Sierra de Picachos	107
Índice de la Condición de Desarrollo Vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos	112
Establecer la riqueza y diversidad de las plantas y ornitofauna del matorral submontano de la Sierra de Picachos	114
Evaluación del Índice de Integridad Ecológica del matorral submontano de la Sierra de Picachos	116
<b>DISCUSION</b>	117
<b>CONCLUSIONES</b>	124
<b>RECOMENDACIONES</b>	126
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	127
<b>RESUMEN BIOGRÁFICO</b>	149

---

		página
Tabla 1	Estatus de la Comunidad	50
Tabla 2	Valores empíricos propuestos por Müller-Dombois <i>et al.</i> , (1974)	51
Tabla 3	Datos generales del Valor Ecológico	53
Tabla 4	Estatus de protección ambiental de las Aves	56
Tabla 5	Determinación del Valor Porcentual	58
Tabla 6	Escala de Valor Absoluto	61
Tabla 7	Valores medios de población y distancia	62
Tabla 8	Valores del área mínima	70
Tabla 9	Listado de especies de plantas identificadas en el matorral submontano de la Sierra de Picachos	71
Tabla 10	Lista de especies de plantas identificadas en los cuadrantes evaluados	78
Tabla 11	Individuos de las especie de plantas vasculares identificadas en los cuadrantes evaluados	82
Tabla 12	Cálculos para el PDV	87
Tabla 13	Listado de aves identificadas en el matorral submontano y estatus de protección ambiental.	92
Tabla 14	Frecuencia de observación estacional de las especies de aves de matorral submontano	97
Tabla 15	Valores generados mediante la clasificación de la vegetación a partir de la Imagen Digital	103
Tabla 16	Valor de la Abundancia	103
Tabla 17	Valores asignados a las variables del Índice del Valor Ecológico	104
Tabla 18	Cálculo del CDV	112

	Página	
Figura 1	Características climáticas de la zona de estudio	16
Figura 2	Características geológicas de la zona de estudio	21
Figura 3	Características edáficas de la zona de estudio	22
Figura 4	Características hidrológicas de la zona de estudio	25
Figura 5	Ubicación de la Sierra de Picachos	47
Figura 6	Modelo conceptual del Índice de Integridad Ecológica	49
Figura 7	Función de Transformación de Densidad de la Vegetación	52
Figura 8	Función de Transformación del Valor Ecológico	59
Figura 9	Función de Transformación del Valor del Paisaje	63
Figura 10	Función de Transformación de la Condición de Desarrollo Vegetal	66
Figura 11	Ubicación de los 24 cuadrantes evaluados	77
Figura 12	Sitios donde se realizó la evaluación de aves	91
Figura 13	Ubicación de puntos de verificación de la vegetación en la Sierra de Picachos	105
Figura 14	Clasificación de la Sierra de Picachos	106
Figura 15	Puntos de observación para la valoración absoluta del paisaje	108
Figura 16	Comunidades distribuidas a lo largo del área de estudio	109
Figura 17	Evaluación de la distancia media de las comunidades respecto al lindero del área de estudio	110

## RESUMEN

La Sierra de Picachos representa una isla biogeográfica y funciona como una estación o paradero para la fauna migrante de norte a sur y viceversa. Está considerada de acuerdo como una Región Prioritaria para la Conservación, además de un Área de Importancia para la Conservación de las Aves y un área natural protegida para el estado de Nuevo León. Esta Sierra presenta varios tipos de ecosistemas como el Matorral Xerófilo en su variante de Matorral Submontano, el Bosque deciduo, en su variante de *Quercus* spp. y Bosque de Coníferas, en su variante de Bosque de *Pinus* spp. La comunidad de matorral Xerófilo es de gran importancia debido a que alberga a las especies tipo que caracterizan a las comunidades de Matorral Submontano en la región noreste de México. Además, la Sierra es considerada una región con bajo riesgo y poco amenazada, ya que grandes porciones de la sierra son de propiedad privada por lo que existen áreas relativamente conservadas.

En el presente estudio se utilizó un índice multimétrico para evaluar la Integridad Ecológica del Matorral Submontano de la Sierra de Picachos, Nuevo León, mediante el cual fue posible conocer la condición en que se encuentra este sitio y será útil para tomar futuras decisiones de conservación. Esta evaluación se realizó mediante la determinación de cuatro Índices de Calidad Ambiental: 1) Índice de Densidad de la Vegetación, 2) Índice del Valor Ecológico, 3) Índice de Valoración del Paisaje 4) Índice de la Condición del Desarrollo Vegetal y finalmente el Índice de Integridad Ecológica es resultado de la sumatoria de cada uno de los cuatro índices evaluados. Fue posible también calcular la riqueza y diversidad de la plantas y de la ornitofauna del matorral submontano.

El resultado obtenido por el Índice de Integridad Ecológica para el matorral submontano de la Sierra de Picachos fue de 3.311 por lo que su condición o integridad es “Alta”. Sin embargo el matorral submontano se encuentra bajo una fuerte presión de constante extracción como leña, el agostadero, extracción de aves canoras y actividades de pesca y

caza furtiva. La comunidad de matorral submontano presenta 214 especies de flora y 195 especies de aves.

La evaluación de un método que de manera integral incluye la estimación de diversas variables, resulta mejor para la determinación de la condición de un ecosistema en comparación con aquellas que son evaluadas de manera unidimensional. Las herramientas de evaluación de los impactos ambientales son compatibles con la metodología propuesta para el uso de índices multimétricos como es el Índice de Integridad Ecológica propuesto en este estudio.

## ABSTRACT

Sierra de Picachos represents a biogeographic island and Works as a station or resting area for migrant fauna from North to South and vice versa. It is considered as a priority region for conservation, a bird conservation important area, and a natural protected area for Nuevo Leon state. Sierra de Picachos harbors several ecosystems such as xerofil scrub as submountain scrub, deciduous forest as *Quercus* spp. and coniferous forest as *Pinus* spp.

Xerofil scrub harbors species that represent submountain shrub in Northeastern Mexico. Besides Sierra de Picachos is a region with low risks and few threatens since several portions are private properties, hence there are areas well preserved.

In this study we used a multimetric index to evaluate the Ecological integrity of submountain scrub, which enabled us to determine its condition and will be useful for future conservation decision makers. This evaluation was carried on through the determination of four Environmental Quality Indexes: 1) Vegetation Density Index, 2) Ecological Value Index, 3) Landscape Value Index, 4) Vegetation Development Condition Index, and finally the Ecological Integrity Index as the result of the addition of each one of the four evaluated indexes. It was possible to estimate richness and diversity of plants and birds from submountain scrub.

The result obtained for Ecological Integrity Index for submountain scrub for Sierra de Picachos was 3.311 hence its condition is “high”. However submountain scrub is under high pressure for firewood extraction, pasturage, songbirds and illegal fishing and hunting activities. Submountain scrub community harbored 214 flora and 195 bird species

An estimation method that includes several diverse variables, resulted better for the determination of an ecosystem condition compared with those that are evaluated in a unidimensional way. Environmental impact evaluation tools are compatible with the proposed methodology for the use of multimetric indexes such as Ecological Integrity Index proposed in this study.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico convencional ha sido llevado a cabo, bajo la premisa de un uso indiscriminado de los recursos naturales, debido a que éstos son considerados un elemento infinito en las ecuaciones económicas. En el afán del progreso, tanto los países industrializados, como aquellos en vías de desarrollo, han alcanzado niveles críticos de deterioro en la estructura y función de un gran número de ecosistemas, sino de todos. Esto se manifiesta en diferentes escalas del paisaje. México, no es un caso de excepción y la intervención de sus habitantes en las comunidades de flora y fauna, que constituyen a los ecosistemas del país fue intensificada a partir de la llegada de los españoles, pero es en el siglo XX, cuando se torna más evidente la presión ejercida sobre los recursos del territorio y sobre el ambiente en general.

En la búsqueda de las mejores soluciones para compensar, mitigar o revertir, el efecto negativo del desarrollo económico, los estudiosos del ambiente y de áreas relacionadas han contribuido con diversas herramientas basadas en principios científicos, extraídas de manera principal, de la ecología. Algunos de los instrumentos que están en práctica son: las evaluaciones del impacto ambiental, los análisis de riesgo ecológico, el ordenamiento o planeación ecológica, los índices o indicadores biológicos, llamados también indicadores ecológicos, todos ellos usados en formas diferentes para evaluar la integridad ecológica, la biodiversidad o las condiciones del hábitat en los ecosistemas.

Cuando se trata de evaluar los posibles efectos sobre el ambiente derivados de nuevas obras o proyectos de desarrollo, la herramienta que quizá, sea la más efectiva, es la metodología de evaluación de los impactos ambientales. Sin embargo, este mismo procedimiento puede ser usado para evaluar los efectos, que resultan de actividades económicas producidas en el pasado y que, en la actualidad, ya no son vigentes. En México, a finales de la década de los ochenta, en el siglo pasado, comenzó a tomar fuerza el uso de la metodología de evaluación del impacto ambiental. La metodología requiere de la descripción plena de los ámbitos económico, social y ecológico o ambiental. Este último está constituido por la descripción, análisis y evaluación de los

componentes del medio natural, tanto físico como biológico. Entre los elementos importantes usados para evaluar el impacto ecológico están los índices o indicadores biológicos los cuales nos permiten determinar la condición o integridad ecológica (ambiental) de un ecosistema.

En el presente estudio fue utilizado un índice multimétrico para evaluar la Integridad Ecológica del Matorral Submontano de la Sierra de Picachos en el estado de Nuevo León, cuyo tamaño en términos prácticos, pueden ser considerados en una escala, pero que por su influencia e interacción con ecosistemas vecinos debe ser considerado en una escala regional. El ecosistema bajo estudio está localizado en la Sierra de Picachos, la cual está ubicada en la porción noreste del estado de Nuevo León. Dicha Sierra mantiene varios tipos de ecosistemas, definidos por los tipos vegetativos presentes que son, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978), el Matorral Xerófilo en su variante de Matorral Submontano, el Bosque deciduo, en su variante de *Quercus* sp. y el Bosque de Coníferas, en su variante de Bosque de *Pinus* sp.

La Sierra de Picachos presenta comunidades de Barretales, Bosque de Encino y Bosque de Pino, en especial ésta última, la que fue sobre explotada en la década de los cuarenta, por la tala y extracción de madera para aserradero, sin embargo, ésta actividad disminuyó hasta desaparecer (HomeroChapa-Flores *com. pers.*). Desde la década de los cincuenta a la fecha, se ha dado la recuperación de ambas comunidades, no obstante, otras actividades continuaron y se intensificaron, como la ganadería y la caza, que en cierta medida, las han alterado, junto con otras que han sido interrumpidas en diferentes épocas, como la minería.

En términos ecológicos la Sierra de Picachos representa una isla biogeográfica y funciona como una estación o paradero para la fauna migrante de norte a sur y viceversa. La comunidad de matorral Xerófilo, en su variante de submontano es conocida como Barretal y es de gran importancia debido a que alberga a las especies tipo que caracterizan a las comunidades de Matorral Submontano en la región noreste de México. Además, es considerada una región con bajo riesgo y poco amenazada, ya que grandes

porciones de la sierra son de propiedad privada por lo que existen áreas relativamente conservadas.

Aún y cuando la Sierra de Picachos está considerada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como una Región Prioritaria para la Conservación y que ha sido denominada Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), no fue sino hasta el año 2000 cuando se concreta la primera acción formal de conservación por parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (SEDUOP 2000), Sub-secretaría de Ecología, en la que se incluye el sitio denominado como Cerro Picachos con una extensión de 33,602.79 ha, que forma parte de la Sierra de Picachos y que se ubica en los municipios de Sabinas Hidalgo y Salinas Victoria, Nuevo León, determinada como un área natural protegida. En 2003 se modifica y cambia de denominación de “Cerro Picachos” a la de “Sierra Picachos” así como la redelimitación de su superficie de 33,602.79 hectáreas a 75,852.55 hectáreas (Periódico Oficial del Estado de Nuevo León 2003).

Para la determinación de la integridad ecológica de la comunidad de matorral submontano de la Sierra de Picachos, se realizó trabajo de campo desde enero de 2004 a diciembre de 2005, generando datos que permitieron evaluar los distintos indicadores ambientales para obtener el Índice de Integridad Ecológica de este tipo de vegetación, el Matorral Submontano de la Sierra de Picachos.

## ANTECEDENTES

### **Sierra de Picachos, una región prioritaria terrestre para la conservación**

En febrero de 1996, con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (AID), The Nature Conservancy (TNC), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), el Instituto Nacional de Ecología, dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP 1996) como autoridad normativa del gobierno federal, se organizó “El Taller de Identificación de Regiones Prioritarias Terrestres (RPT) para la conservación en México”. Este taller reunió a 32 especialistas en diferentes campos de 17 instituciones del ámbito nacional, con el fin de determinar regiones en el país de particular importancia por sus características biológicas, para enfocar en ellas distintos esfuerzos de conservación. Los objetivos particulares del taller fueron: (1) producir un mapa nacional escala 1:4,000,000 con la ubicación y límites de las regiones identificadas; (2) generar una ficha técnica sobre cada región que incluyera información general y un conjunto de criterios cualitativos jerarquizados relacionados con su valor biológico, las amenazas que existían y las oportunidades para su conservación; (3) elaborar una matriz de ordenación y una base de datos de las regiones seleccionadas con base en los criterios utilizados para seleccionar el área y, (4) obtener de los expertos participantes, recomendaciones en torno a la planificación de las actividades de conservación para cada uno de los conjuntos de regiones identificados en la matriz de ordenación.

Los resultados preliminares y el análisis general de las regiones indican que, el 59% de las áreas identificadas, tienen una superficie mayor a las 100,000 ha y sólo el 2% son de pequeño tamaño, entre 1,000 y 10,000 ha, el resto de las áreas se ubican entre las 10,000 y 100,000 ha. El 83% de las regiones presentan una integridad ecológica entre media y alta, lo cual significa que se encuentran en buen estado de conservación con poblaciones importantes de flora y fauna, que pudieran incluir la existencia de grandes depredadores.

La mayoría de las regiones son importantes como corredores biológicos, permitiendo el intercambio de especies entre una región y otra. En cuanto a la diversidad de ecosistemas dentro de las regiones, la proporción de áreas con baja, media y alta diversidad es muy semejante, las áreas de menor diversidad se ubican principalmente en el norte del país.

En 40 de las 152 regiones detectadas, se indica la presencia de situaciones naturales extraordinarias que van desde la existencia de especies endémicas o relictas hasta zonas de gran importancia para la reproducción de algunas especies o como límites en la distribución de otras. La mayor parte de las regiones destacan por su importancia en cuanto al nivel de endemismos; 83 regiones, son consideradas de alto y medio endemismo (CONABIO 2008).

Lo mismo sucede en el criterio de riqueza de especies, 125 regiones tienen una riqueza que varía de media a alta. De acuerdo con los resultados del taller, existe muy poca información sobre la importancia de cada región como centro de origen y diversificación natural y como centro de domesticación y mantenimiento de especies relevantes.

El 52% de las áreas registran una pérdida de la superficie original baja y el 41% entre media y alta. En cuanto a la fragmentación en el 50% de las regiones, ésta es considerada baja y en el 45% entre media y alta. La presión sobre especies clave y la presencia de especies en riesgo es de media a alta en más del 50% de las áreas.

Las regiones identificadas por los expertos tienen por sí mismas la cualidad de prioritarias, ya que representa la propuesta de la comunidad académica nacional sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y su uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

Una de las regiones prioritarias para la conservación resulta ser la Sierra de Picachos, cuya clave, determinada en el Taller de Identificación de Áreas Prioritarias para la Conservación es la N° 76 y cuenta con una superficie aproximada de 1,405 Km<sup>2</sup>. (Arriaga *et al.* 2000).

De manera general, según los criterios de CONABIO (2008), esta sierra representa una "isla" en el nordeste de México, así como una "estación" o "paradero" para la fauna migrante de norte al sur y viceversa; cuenta con vegetación de tipo "barretales" dominada por *Helietta parvifolia*. La Sierra Picachos va de los 400 a los 1,200 m.s.n.m. dominada en el piedemonte y partes intermedias de la sierra por vegetación de matorral submontano, y en la parte alta vegetación de pino-encino. Al occidente, existe una porción de vegetación de tipo matorral desértico y espinoso tamaulipeco entre los 600 y 800 m.s.n.m., la vegetación potencial que compone la Sierra de Picachos es bosque de coníferas, bosque de encinos con un 17.04% y Matorral xerófilo con un 82.95% y conserva grandes depredadores, como el oso negro (*Ursus americanus*) y el puma (*Felis concolor*). La sierra es considerada como una región baja de amenaza, ya que grandes porciones son de propiedad privada, por lo que existen áreas más o menos conservadas. Existe pastoreo de ganado vacuno, porcino y caprino (Arriaga *et al.* 2000).

Aun y cuando es considerada como un área prioritaria para la conservación, no hay acciones de conservación formales; existe por parte de Fish & Wildlife Service (Alamo, Tx.) Sta. Ana, un especial interés en estudiar esta región, además del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. De acuerdo a CONABIO (1999) no existe información generada para el área. Se tienen datos de las escasas colectas botánicas realizadas, donde se encontraron endemismos del nordeste de México.

De la información generada y relacionada con la Sierra de Picachos, solamente se cuenta con información puntual de especies aisladas, por ejemplo, el estudio de la dieta del oso negro (*Ursus americana*) de Niño-Ramírez (1989). Un estudio sobre el cacomixtle (*Basariscus astutus flavus*) en Agualeguas de González-Saldívar (1982) y el trabajo

sobre roedores heteronómidos de Bahena-Rodríguez (1990), los cuales son trabajos de tesis inéditas de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL); así mismo una tesis desarrollada por Arce-Venegas (1981), acerca de la cartografía geológica de la Sierra de Picachos, desarrollada en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. La Dra. Susana Favela Lara, especialista en pinos, de la FCB de la UANL, ha resaltado que las coníferas de la Sierra de Picachos, han sido poco estudiadas y se basa en la escasa colecta de ejemplares herborizados, manejados por los distintos herbarios nacionales y del extranjero (Susana Favela Lara com. pers., 2000) y el trabajo de González-Iglesias (2001) con el estudio de la evaluación de la integridad ecológica en las comunidades de bosque de encino y bosque de pino de la Sierra de Picachos, Nuevo León, tesis inédita.

El 24 de noviembre y 20 de diciembre de 2000, fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Nuevo León, la declaratoria de 23-veintitrés áreas naturales protegidas con el carácter de zonas sujetas a conservación ecológica del Estado de Nuevo León, entre las cuales se encuentra la denominada "Cerro Picachos" con superficie de 33,602.79 hectáreas, ubicada en el municipio de Sabinas Hidalgo, Nuevo León. Sin embargo, la superficie indicada en el párrafo anterior, no cubre la totalidad de la sierra conocida como "Picachos", que se extiende a lo largo de los municipios de Agualeguas, Cerralvo, Doctor González, Higuera, Marín y Salinas Victoria, además del de Sabinas Hidalgo, Nuevo León (SEDUOP 2000).

El 01 de octubre de 2003 se consideró procedente modificar el Área Natural Protegida, que en base a los estudios previos justificativos y los resultados de la consulta pública, resulta procedente tanto la modificación de la denominación original del Área Natural Protegida de "Cerro Picachos" a la de "Sierra Picachos" así como la redelimitación de su superficie de 33,602.79 hectáreas a 75,852.55 hectáreas (Periódico Oficial del Estado de Nuevo León 2003).

## **Integridad ecológica**

La evaluación de la condición general del ecosistema es bastante difícil debido a la multiplicidad de variables involucradas, sobre todo, cuando se incorporan nuevos conceptos que por su naturaleza son muy amplios en su significado restando posibilidades a su aplicación en áreas específicas. Tal es el caso del término integridad y especialmente del término salud del ecosistema. A este respecto, Karr-James (1998) menciona que el diccionario Webster define Salud, como una condición floreciente, de bienestar, vitalidad o prosperidad. Una persona saludable está libre de enfermedades físicas, una persona saludable lo es en mente, cuerpo y espíritu. Un organismo es saludable cuando desarrolla todas sus funciones vitales de manera normal y apropiada y cuando es capaz de recuperarse de las condiciones adversas normales. Por otra parte, un país es saludable cuando su economía provee el bienestar a sus ciudadanos. Y finalmente un ambiente es saludable cuando el suministro de bienes y servicios requeridos por los seres humanos y el resto de los organismos residentes es sostenible.

La posible utilidad del concepto salud de los ecosistemas ha sido aceptada por unos y negada por otros, entre estos últimos está Suter (1993) quien insiste que el término salud es inapropiado debido a que la salud no es una propiedad o característica ecológica observable. De acuerdo a Suter la salud es una propiedad sólo de los organismos.

Otros autores han trabajado en dirección a encontrar argumentos científicos que apoyen el uso del término salud en un contexto ecológico, frecuentemente igualando el término salud con frases como auto-organización, amortiguación y productividad del ecosistema. Entre ellos están Costanza (1992) quienes sugieren que un ecosistema es saludable si este es activo y mantiene su organización y autonomía en el tiempo y su capacidad de amortiguación. Costanza (1992) va más allá proponiendo un índice de salud del ecosistema como el producto del vigor del ecosistema (producción primaria o el metabolismo), organización (diversidad de especies o interacciones) y la capacidad de adaptabilidad (resistencia o recuperación a los daños). Por su parte, Karr-James (1998) menciona que esos criterios no son defendibles, debido a que al aplicarlos a distintos

casos como un ecosistema acuático podría definirse entonces que un lago oligotrófico es menos saludable que un lago eutrófico altamente productivo.

A pesar de que la literatura y los trabajos realizados sobre distintos temas ecológicos son relativamente abundantes, en México no existe aún el acervo suficiente de información para ser utilizada en el diseño de programas de conservación y manejo sostenible de los ecosistemas. Esto sucede, porque gran parte de la información referida a un área específica, está dispersa o fragmentada, tanto en la escala espacial como en la temporal, sin embargo, esto no significa que su utilidad sea menor, es decir, que aún y cuando el conocimiento sobre un área particular sea parcial, es posible utilizar dicha información para definir posibles tendencias o condiciones de las comunidades biológicas.

La salud del ecosistema y su integridad ecológica es evaluada actualmente con base en indicadores biológicos, cuya medición se fundamenta en estudios de campo que incluyen series de tiempo. Sin embargo, un gran número de los estudios realizados en las regiones que están en vías de desarrollo no está basado en series de tiempo y por lo tanto, es difícil aplicar a los objetivos de la conservación de ecosistemas aquellos modelos que han sido generados bajo ésta premisa. Una alternativa para evaluar las condiciones de integridad ecológica de las comunidades es generar modelos simplificados con base en la información histórica disponible y la información puntual extraída en el trabajo de campo desarrollado en un momento y en un lugar determinado. Esto, significaría tomar una “fotografía instantánea” de la comunidad. Una de las características más importantes de las comunidades biológicas es su capacidad de cambio o evolución y por ésta razón es difícil la toma de decisiones basada sólo en información parcial. Sin embargo, cuando uno extrae información de una comunidad es posible caracterizar su estado momentáneo y en función de dicho estado inferir posibles tendencias de cambio.

El desarrollo de la sociedad humana está basado en el uso de los recursos naturales, el cual es apoyado por factores tecnológicos, que en forma conjunta han intensificado el impacto negativo que el ser humano ejerce sobre el ambiente, deteniendo, en términos

generales, el proceso evolutivo o disminuyendo la capacidad de cambio, que es propia de las comunidades biológicas. Esta situación ha provocado que las comunidades presenten comportamientos distintos a los marcados por los procesos naturales y además, que sea imprescindible el aplicar medidas correctivas con base en la poca información disponible que describe o caracteriza a las comunidades. Por ésta razón, es imperativo formular modelos simplificados que sean capaces de señalar y de proveer la información necesaria para revertir los procesos degenerativos de los ecosistemas y propiciar su restauración. Los mismos bioindicadores que se usan en los estudios con series de tiempo son factibles de ser usados, con las reservas del caso, en evaluaciones de la integridad de los ecosistemas.

### **Indicadores Ecológicos**

Toda vez que los factores específicos deciden a menudo en forma más precisa cuáles clases de organismos estarán presentes, es posible invertir la situación y juzgar la clase de medio físico a partir de los organismos presentes, de hecho el ecólogo emplea constantemente organismos como indicadores al explorar nuevas situaciones o al apreciar grandes áreas (Odum 1971).

Los bioindicadores son organismos vivos que responden de una forma clara y precisa a los cambios en el ambiente. También, es posible describirlos como todas aquellas medidas o mediciones de la salud de un organismo que resultan al responder a los factores ambientales adversos (tensores) en las cuales se incluyen distintos niveles de organización biológica y distintas escalas de tiempo. Debido a que los organismos están sujetos a una gran variedad de factores ambientales tensionantes, es necesario desarrollar múltiples medidas de la condición de salud, con el propósito de apoyar la identificación y la separación de los efectos que son inducidos por los seres humanos, por ejemplo, contaminantes, de aquellos que son naturales, como la disponibilidad de hábitat y de alimento.

Cuando los factores de tensión o disturbio de las comunidades biológicas son agentes contaminantes es común utilizar como característica primordial de los indicadores, la

condición fisiológica de los organismos. Mismo que, a su vez, es clasificada en tres categorías o zonas mayores basadas en el nivel de daño causado.

Las zonas o categorías de acuerdo al daño o incapacidad de los organismos son: zona de mayor sensibilidad, zona de sensibilidad moderada y zona de menor sensibilidad. El funcionamiento de los organismos con base en éstas zonas, produce una curva en la cual, cada zona de incapacidad por salud, enfermedad y muerte es descrita en función del grado de deterioro que puede ser: homeostasis (poca o nada alteración), compensación (mecanismos que propician el retorno a las condiciones originales) y sin compensación (daño severo, sin recuperación). Con base en las tres condiciones de incapacidad y las tres condiciones de deterioro se obtienen los bioindicadores representativos para cada zona. Por ejemplo, en la zona más sensible, es posible usar como indicadores las enzimas de desintoxicación, daño al ADN, enzimas antioxidantes, química sanguínea entre otros. Para la zona de sensibilidad moderada pueden usarse histopatologías seleccionadas, sistemas inmunes, parámetros reproductivos, crecimiento, coeficientes de condición. Y para la zona de menor sensibilidad es posible usar parámetros poblacionales, parámetros de la comunidad, alteraciones en la conducta sexual, alteraciones en la cadena de alimentos y relaciones entre los niveles tróficos.

Queda claro que conforme se escala en los niveles de organización biológica desde los inferiores a los superiores, los bioindicadores son menos potentes para señalar o caracterizar la salud de los organismos y de las comunidades. Esto se correlaciona directamente con la falta de información de series de tiempo. De hecho, si las respuestas de los niveles superiores están bien calibradas, entonces las respuestas de los niveles inferiores pueden ser usadas de manera efectiva como herramientas en los procesos de evaluación del riesgo ecológico. Sin embargo, para propósitos prácticos y para la toma de decisiones que afecta al desarrollo económico y a la conservación de ecosistemas es factible utilizar sólo las respuestas de los niveles superiores de organización biológica.

Algunos de los bioindicadores utilizados con más frecuencia en los niveles superiores de organización biológica como es la población son: abundancia, tamaño y distribución de

edades, integridad reproductiva, relación de sexos y parámetros bioenergéticos. En el nivel de comunidad se han manejado: la riqueza, índice de integridad biótica, las especies no tolerantes y tipos de alimentación.

La Agencia de Protección ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) en 1995 recopiló una serie de datos e información sobre el uso de indicadores para evaluar la integridad ecológica de los humedales. Entre los indicadores más importantes mencionados por la EPA, destacan las plantas vasculares como indicadores de factores de disturbio hidrológico, de la condición de la cobertura vegetativa, de la salinidad, de la sedimentación y turbidez, de las cargas de nutrientes y de anoxia, finalmente de contaminación por pesticidas y metales pesados.

Algunos de los parámetros que aplican para identificar el grado relativo de disturbio originado en el pasado en un ecosistema son:

- Riqueza de especies, ensamblaje funcional y especies raras (por unidad de área o por mil individuos seleccionados aleatoriamente).
- Número de tallos o biomasa por unidad de área, longitud acumulada de las yemas, cobertura por unidad de área (cuando se mide en la época de su máximo anual y este es usado como una aproximación para la producción anual de las plantas).
- Dominancia relativa y riqueza de especies, particularmente de especies con características de tolerantes o intolerantes a un determinado factor de disturbio.
- Variabilidad interanual de la riqueza, densidad y / o biomasa.
- Tasa de germinación de semillas en muestras de sedimentos.
- Bioacumulación de contaminantes.

### **Descripción de las características bióticas**

En Nuevo León la Sierra de Picachos viene a formar parte de un corredor biológico de la Sierra Madre Oriental, juega un papel importante dentro de la conservación. Esta Sierra presenta características muy particulares que son de importancia para México y por ende para el estado de Nuevo León. La zona de estudio ha sido objeto de pocas investigaciones y esto se ve reflejado en la escasez de información referente a la misma.

La Sierra de Picachos (Sierra Picachos) es considerada como una Región Prioritaria para la Conservación (CONABIO 1996, Arriaga *et al.* 2000), es una de las 23 Áreas Naturales Protegidas del estado de Nuevo León (SEDUOP 2000, Periódico Oficial del Estado de Nuevo León 2003), y además se considera como una área de importancia para la conservación de las aves (AICA) (Enkerlin *et al.* 2000) debido a que representa una "isla" biogeográfica en el noreste de México así como una "estación" o "paradero" para la fauna migrante (principalmente de aves), además de que alberga una comunidad vegetal de interés particular conocida como "Barretales" (dominados por *Helietta parvifolia*), mismos que según la CONABIO (1996), son los mejor conservados del noreste de México. Es considerada también como un corredor biológico de la Sierra Madre Oriental. Todas estas características hacen que esta sierra sea una zona importante para ser estudiada.

En el matorral submontano de la Sierra de Picachos predomina en la parte baja de la Sierra siendo su distribución desde los 300 hasta los 900 msnm. Es preciso señalar que este tipo de vegetación resguarda una comunidad muy particular denominada "Barretales", por ser el nombre común de la especies que los representa, *Helietta parvifolia*. Estas comunidades de la Sierra de Picachos son consideradas como las mejores conservadas del país según la CONABIO. La relación de la precipitación-temperatura juega un papel fundamental en el desarrollo de esta comunidad, sin embargo no podemos adjudicarle mayor importancia de manera independiente a ninguno de estos factores, ya que su evaluación es difícil dada la ausencia de estaciones meteorológicas en la Sierra.

La altura del estrato arbóreo es en promedio de 3 a 5 metros. El grosor de los fustes (diámetro a la altura del pecho) es en promedio de 2 a 4 pulgadas y no obstante existen elementos con diámetros mayores. El estrato arbóreo del matorral submontano de la Sierra de Picachos está representado además de la barreta por otras especies como *Acacia farnesiana* (Huizache), *Prosopis glandulosa* (Mezquite), así como también *Celtis pallida* (Granjeno), *Ebenopsis ebano* (Ebano), *Ehretia anacua* (Anacua), incluyendo individuos de *Cordia boissieri* (Anacahuita), *Zanthoxylum fagara* (Colima), *Condalia*

*hookeri* (Brasil), *Diospyros texana* (Chapote) y en algunos cañones con *Juglans microcarpa* (Nogalillo) entre otros.

En lo que respecta al estrato arbustivo es común observar especies de *Acacia rigidula* (Chaparro prieto), *Karwinskia humboldtiana* (Coyotillo), *Croton* sp. (Salvia), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), *Castela erecta* ssp. *Texana* (Chaparro amargo), *Jatropha dioica* (Sangre de Drago), *Opuntia leptocaulis* (Tasajillo), *Opuntia engelmannii* (Nopal), *Guaiacum angustifolium* (Guayacán) y *Randia rhagocarpa* (Coma loba), siendo estas las más representativas.

Por otra parte, el estrato herbáceo aunque está bien definido está sujeto a las variaciones estacionales y sólo aparece en abundancia durante las épocas de mayor humedad. De cualquier manera en las épocas de estío se presenta una capa herbácea con una altura que no sobrepasa los 40 centímetros. Los elementos dominantes en el estrato herbáceo pertenecen principalmente a los grupos de las gramíneas, leguminosas, compuestas, labiadas y verbenáceas de manera principal y podemos observar la presencia de *Taraxacum officinale* (Diente de León), *Sonchus oleraceus* (Falso diente de León), *Thymophylla pentachaeta* var. *pentachaeta* (Hierba del torzón), *Euphorbia brachycera* (Golondrina), *Notholaena sinuata* var. *sinuata*, (Helecho), *Bouvardia ternifolia*, (Bovardía), *Echinocereus enneacanthus* (Pitaya de mayo, Pitaya chica), *Hedeoma drummondii* (Menta o Poleo), *Mammillaria heyderi* (Mamilaria), y *Marrubium vulgare* (Manrrubio), entre otras.

## **Descripción de los factores físicos del sitio**

### **Climatología**

El clima del área de estudio fue determinado con base en la clasificación de Köppen modificada por García (1973) para la República Mexicana de acuerdo a la carta de climas escala 1:1,000,000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). El clima corresponde al Grupo de Climas Templados C y específicamente al Subgrupo de los Climas Semicálidos (A)C (INEGI 1986a). Este subgrupo se divide en varios tipos climáticos correspondiendo al área de estudio el Tipo Semicálido

Subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación del mes más seco menor a 40 mm. y un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 del total anual. Este clima es representado con la clave (A)C(Wo).

Otra característica importante del clima es que muestra una temperatura media anual mayor de 18° C. con una temperatura del mes más frío entre -3° y 18° C. Por otra parte, el grupo ya descrito comparte en el área de estudio las características climáticas con el grupo de climas denominando Climas Secos B, principalmente en la periferia del área de influencia y en el pie de monte por debajo de la cota de los 700 metros sobre el nivel medio del mar. Este Grupo de Climas se divide a su vez en varios Tipos Climáticos siendo el Tipo de Climas Semisecos BS<sub>1</sub>, el cual se caracteriza por presentar lluvias en verano y escasas a lo largo del año. Así mismo, a este Tipo Climático pertenece el Subtipo Semiseco Semicálido con lluvias en verano, representando finalmente las características totales del clima con la clave BS<sub>1</sub>hw, (Figura 1).

Los tipos de clima antes mencionados para el área de influencia se caracterizan también por presentar una condición de canícula, es decir, una pequeña temporada menos lluviosa dentro de la estación de lluvias llamada también sequía de medio verano. Los datos climáticos fueron tomados de la estación climatológica 19-019 ubicada en la cabecera municipal de Higuera, Nuevo León, localizada geográficamente en las siguientes coordenadas: 25° 58' de latitud norte y 100° 02' de longitud oeste. Dicha estación es administrada por la Comisión Nacional del Agua. (INEGI 1988).

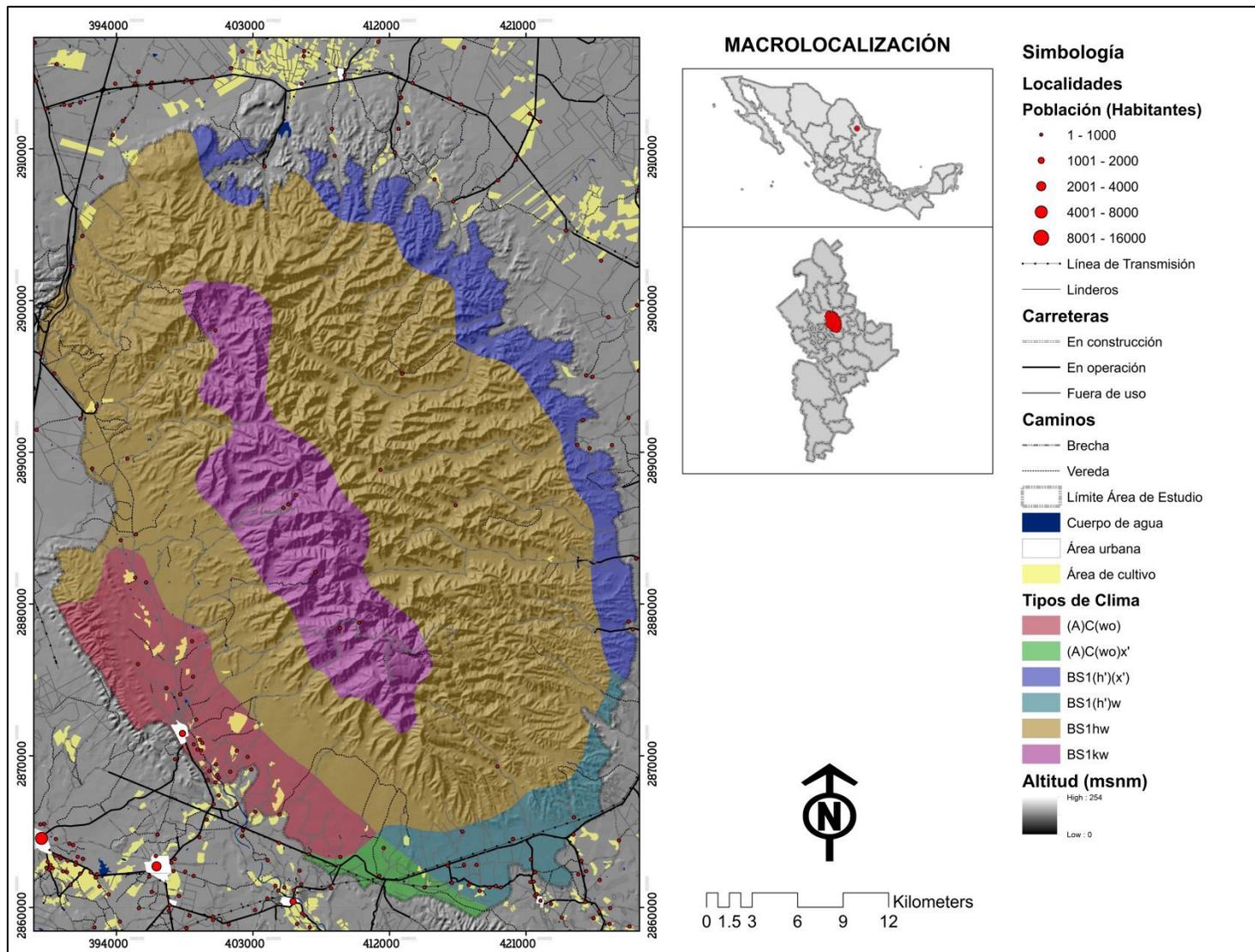


Figura 1.- Características climáticas de la zona de estudio

## **Geología y geomorfología**

**Provincia fisiográfica.-** Según el plano de Provincias fisiográficas elaborado por Raisz (1964) y modificado por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, el área de trabajo pertenece a la Provincia Fisiográfica del Sistema Tamaulipeco el cual de Norte a Sur está constituido por la Serranía del Burro, Lomería de Peyotes, Lomería de Vallecillo, Sierra de San Carlos y Sierra de Tamaulipas (Arce-Venegas 1981).

La Sierra de Picachos pertenece a la Provincia Fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte. Esta provincia se subdivide a su vez en varias subprovincias correspondiendo de manera específica a la Subprovincia fisiográfica de Llanuras y Lomeríos y se simboliza con la clave VIII1P (López-Ramos 1980).

**Geología general del sitio.-** Según López-Ramos (1980) con el avance de la transgresión marina, durante el Kimeridgniano y el Thitoniano, se crearon los depósitos de mar abiertos y los depósitos detríticos del grupo La Casita. Por otra parte, desde el Hauteriviano hasta el Aptiano se desarrolló en la región Noreste de México un alineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey y de ahí al Oeste hacia Torreón, el cual es considerado como parte integral de la formación Cupido.

Durante la parte inferior del Cenozoico se desarrollaron las deformaciones de la Orogenia Laramide, destacando las estructuras sinclinales y anticlinales características del paisaje coahuilense. La deformación del área de Sabinas presenta pliegues poco estrechos y sólo se llegan a observar recumbencias y cabalgamientos hacia los elementos en los límites del Paleogolfo. A partir de estas deformaciones orogénicas comienza la evolución continental de la región presentándose importantes depósitos continentales que se ven favorecidos por el fallamiento normal que ocurre en el Cretácico Superior. De hecho, al tener lugar la Revolución Laramide se levanta el continente y se retiran los mares hasta la región de Cerralvo, específicamente para el área de estudio que nos ocupa.

Uno de los aspectos más importantes para la región es que durante el Cenozoico ocurrieron eventos aislados de actividad ígnea, principalmente en el Oligoceno, que es cuando se emplazan intrusivos de sienita nefelínica. Estos cuerpos ígneos son considerados por diferentes autores como parte de una banda ígnea alcalina que se prolonga hacia México desde Nuevo México y consideran también que este magmatismo alcalino fue inducido por un fenómeno de subducción.

De acuerdo a McKnight (1963) citado por López-Ramos (1980), la actividad ígnea en el Estado de Nuevo León, en el área de Sombreretillo y Cerralvo, empezó en el período terciario y se presentaron dos intrusiones mayores: la del Oeste que formó un Lacolito, derivándose de él diques de composición gabroica y diorítica, alojado en calizas del Cretácico (Superior e Inferior). La agregación de caliza al magma, formó piroxenas más plagioclasas, además de reabsorber parte de la Ilmenita y la resultante formación de Esfena. La Sienita fue intrusionada después del último magmatismo de Gabro y Diorita sobre el complejo en la parte SW de la intrusión y se mezcló ligeramente con las rocas de la parte superior.

La otra intrusión mayor que es un Batolito menor (o tronco) es de Sienita y constituye todas las rocas faneríticas en la intrusión. La microsienita química equivalente, formó mantos, diques, cuerpos irregulares y el “puente” entre el Lacolito Oeste y el Batolito. La superficie cubierta por estas rocas ígneas en conjunto es aproximadamente de 300 kilómetros cuadrados, superficie que corresponde a un Batolito, con diferentes apófisis que son las que afloran.

Por otra parte, la composición litológica del área está determinada de manera principal por rocas de tipo sedimentario, con un gran número de depósitos aluviales y fluviales constituidos por gravas, arenas y arcillas no consolidados y con clásticos finos. En dicha asociación predominan los materiales de tipo Caliza, Areniscas y Pedernal, que varían de subarredondeados a subangulares y que en buen número de ocasiones se encuentran cementados por caliche. Estos depósitos y rellenos aluviales corresponden a unidades del cuaternario.

El área de trabajo pertenece a la provincia geológica del NE de México y a la subprovincia geológica de la Plataforma Burro-Picachos, al N está limitada por el río Bravo, al E por la subprovincia geológica de Burgos, al W por la provincia geológica de Tamaulipas y la subprovincia geológica de la Sierra Madre Oriental (Arce-Venegas 1981) (Figura 2).

Estructuralmente la Sierra de Picachos es un anticlinal abierto en Cretácico Inferior (formación Taraises), asimétrico, su flanco oriental es de pendiente suave y contrasta con su equivalente opuesto que es más angosto y consecuentemente de mayor inclinación. Las Sierras Papagayos y Lomas de Higueras son anticlinales más pequeños y alargados que dejan ver las formaciones del Cretácico Superior (Eagle Ford y Austin) (Arce-Venegas 1981).

**Orografía.-** El relieve observado en el área de trabajo es principalmente de tipo montañoso, situándose los mayores escarpes hacia el centro de la misma, siguiendo el eje anticlinal de la Sierra de Picachos y disminuye radialmente su altura. El promedio de altitud es de aproximadamente 900 m.s.n.m y la altura máxima de 1,524 m.s.n.m. la cual se sitúa a 2 Km. aproximadamente en dirección NW del Rancho Santa Francisca, en la llamada Mesa Gutiérrez. El área mide aproximadamente 65 Km. de largo por 50 Km. de ancho. Alrededor de la Sierra se encuentran lomeríos de topografía suave y ondulante de considerable extensión y con una elevación media de 200 m (Arce-Venegas 1981).

Las Sierras presentan un relieve abrupto con profundos cañones y potentes escarpes, por ésta causa se pueden observar en algunos cortes las formaciones Cupido, Aurora y Cuesta del Cura. En los escarpes de la parte central del área se observan las principales intrusiones ígneas, muy resistentes a la erosión. Las formaciones que dan una topografía menos abrupta, un poco ondulantes son: La Peña, Sombreretillo y Eagle Ford, porque los echados de éstas son más suaves (Arce-Venegas 1981).

**Geomorfología.-** **¡Error! Marcador no definido.** La Sierra de Picachos tiene forma cóncava alargada y estructuralmente corresponde a un anticlinal asimétrico, éste

levantamiento se produjo por la intrusión del stock que hizo que se combinaran las rocas sedimentarias que se encuentran sobre él; el eje anticlinal tiene una dirección N-NW a S-SE y se encuentra más ensanchada en la primera (Arce-Venegas 1981).

El modelado que presenta el área es el resultado de la geodinámica externa, por ejemplo: el drenaje dendrítico consecuente es característico de las rocas sedimentarias y el drenaje radial centrífugo en las principales intrusiones ígneas; los cañones son amplios y profundos. La topografía irregular y quebrada que se observa en las sierras se debe a la resistencia que presentan las Calizas Cupido a la erosión y disolución; en cuanto se avanza hacia las laderas de éstas, el efecto erosivo produce formas más suaves, esto debido al carácter arcillo calcáreo de las rocas, principalmente las Formaciones Austin y Eagle Ford. Por lo anterior, el área se encuentra dentro de su etapa de madurez, en el ciclo geomorfológico Las geformas que se observan regionalmente en el área y alrededor de ella son: al sur la Sierra Papagayos que tiene forma cómica, bastante alargada, al SW la Sierra Madre Oriental; al N y E tenemos morfología de lomeríos con topografía ligeramente ondulante, esto es por lo suave de los echados en los que afloran principalmente areniscas del Paleoceno-Mioceno y conglomerados del Plioceno; al NW y W del área tenemos una serie de sierras parecidas a la de Papagayos y Lomas de Higueras. (Arce-Venegas 1981).

### **Edafología**

**Tipos de suelos presentes en el sitio y zonas aledañas.-** De acuerdo a la clasificación de suelos FAO-UNESCO, que se fundamenta en los horizontes de diagnóstico para su definición y que es utilizada por el INEGI para la elaboración de la carta edafológica (1:50,000), predomina en el área de influencia y en el predio la unidad de suelo (Figura 3): Litosol, Rendzina y Regosol calcárico, de clase textural media, caracterizándose por la siguiente simbología: L + E + Rc / 2. No se encuentra ningún tipo de fase limitante del suelo en el área de estudio.

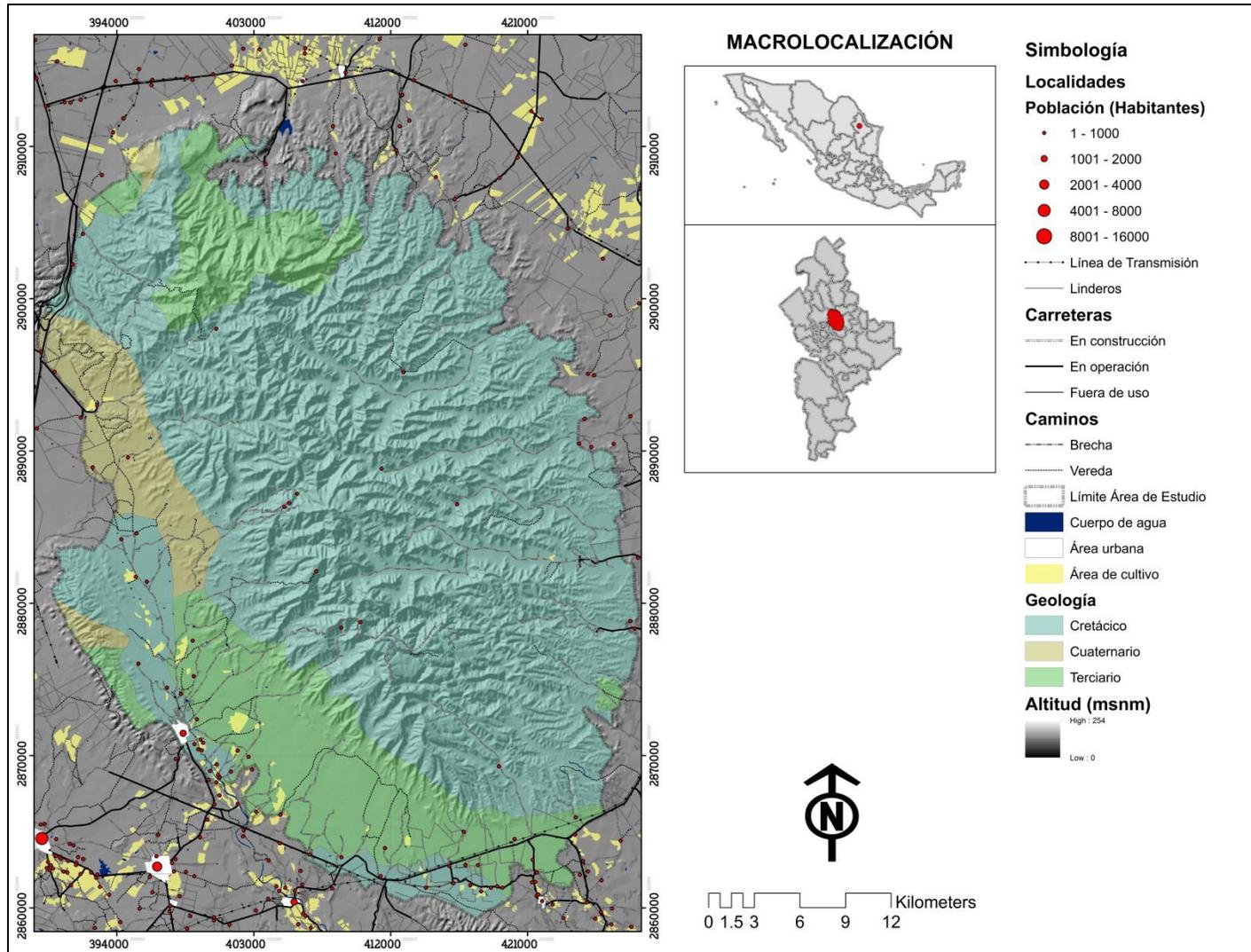


Figura 2.- Características geológicas de la zona de estudio

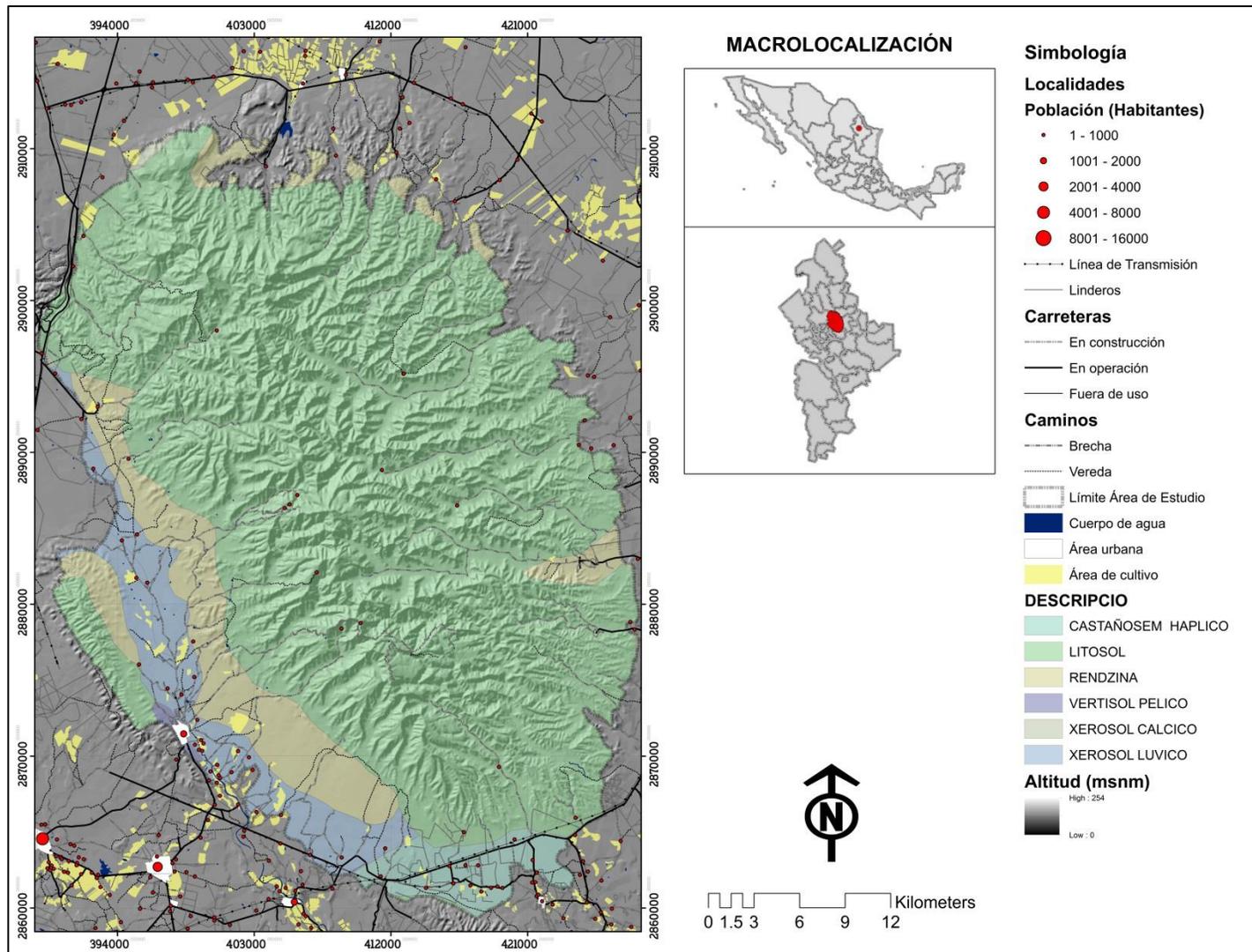


Figura 3.- Características edáficas de la zona de estudio

## **Hidrología**

**Principales ríos o arroyos.-** Las características hídricas del área de estudio, con referencia a las cartas temáticas de hidrología superficial y subterránea escala 1:250,000, el sitio se encuentra en la Región Hidrológica RH-24 (Bravo-Conchos). El área se ubica específicamente en la Cuenca Hidrológica B, (RH-24-B, Río Bravo-San Juan) y la Cuenca Hidrológica D, (RH-24-D, Falcón-Río Saladao). La Cuenca B tiene una vertiente de 379,604 Km<sup>2</sup> y la Cuenca D, una vertiente de 13,275.961 Km<sup>2</sup> (Figura 4).

Una de las características importantes de la Cuenca C es su tamaño relativamente pequeño en comparación al resto de las cuencas que pertenecen a la Región Hidrológica RH-24. Por otra parte, el cauce principal de la vertiente está constituido por el Río “El Álamo”, afluente del Río bravo, el cual se forma por las aportaciones que hacen los drenes naturales formados por los cañones de la Sierra de Picachos y los cañones de la porción sur de la Sierra de Lampazos. El área norte de la Sierra de Picachos que contribuye a la vertiente con los cañones o drenes naturales denominados “Los Nogales” y “Lajitas” los cuales confluyen a través de arroyos intermitentes hacia el Río “El Álamo”.

Las estimaciones de los volúmenes de escurrimiento en el cauce del Río El Álamo son de 160 millones de metros cúbicos como volumen medio anual y el gasto medio anual es de 5 metros cúbicos por segundo. Por otra parte, el área del predio tiene un coeficiente de escurrimiento de la precipitación media anual que va del 10 al 20 %. En la cuenca existe sólo un cuerpo de agua de tipo léntico y es la presa Mariano Escobedo (Sombretillo). Las características químicas y físicas del agua de la presa Sombretillo representan de manera general la calidad del agua en el área y en la Cuenca. El agua de la presa es para uso agrícola y su calidad es de tipo incrustante, dado que tiende a depositar los carbonatos de calcio y magnesio.

La caracterización de la unidad geohidrológica de la región, consiste en que su formación está definida por materiales consolidados, que de acuerdo a los reportes dados por la antigua Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH 1982) se

presentan mantos que están subexplotados y que tienen posibilidad media de uso acuífero, sin embargo, el área se localiza muy cercano a los límites de un área vedada a la extracción de agua. Las rocas en la región son sedimentarias cretácicas y terciarias, con depósitos cuaternarios cuya composición es de arcillas, arenas, arenisca y lutitas.

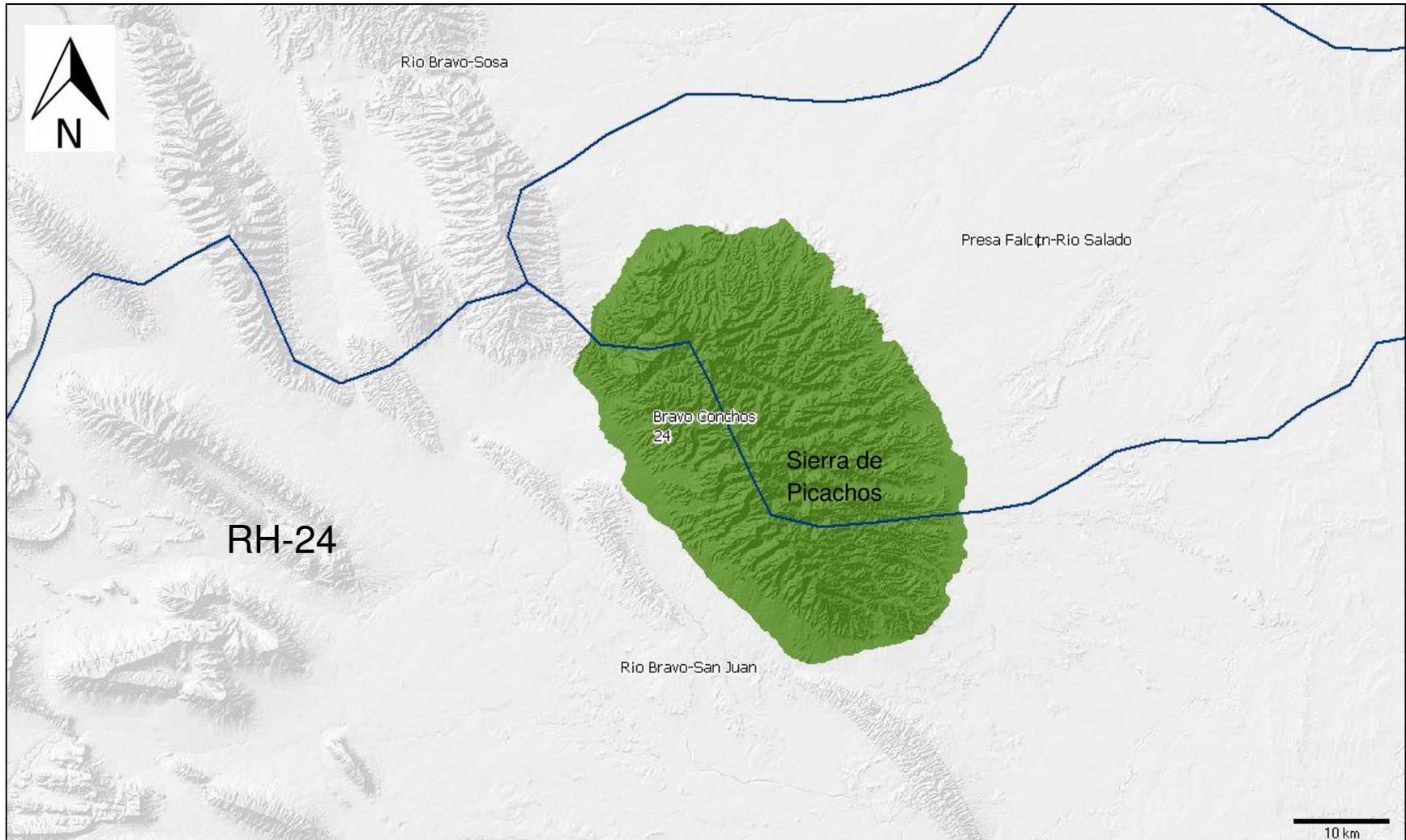


Figura 4.- Características hidrológicas de la zona de estudio

### **Matorral submontano**

México ha sido catalogado como un país megadiverso, estimándose que ocupa el 4° lugar mundial con respecto a la riqueza florística (Mittermeier y Goetsch 1997, Villaseñor 2003, SEMARNAT 2006). Las regiones áridas y semiáridas de México son altamente diversas desde el punto de vista fisonómico (Rzedowski 2006 en Canizales-Velázquez *et al.* 2009). Los matorrales son las comunidades vegetales más abundantes en México, cubriendo casi el 40% de su superficie, 800,000 km<sup>2</sup> (Rzedowski 1978). La riqueza estimada para esta diversidad florística es de casi 23,000 especies de plantas vasculares (Rzedowski 1998) incluidas en 2,804 géneros y 304 familias (Villaseñor 2004), esta diversidad se atribuyen a factores físicos tales como la orografía, climas, hidrología y la ubicación de México entre los reinos biogeográficos neártico y neotropical (Rzedowski 1978). Para el estado de Nuevo León, se registran aproximadamente 2,382 especies de plantas vasculares en una superficie de cerca de 65,000 Km<sup>2</sup>. (Alanís-Flores *et al.* 1996a). La flora del estado de Nuevo León está integrada por un total de 2,903 especies distribuidas en 157 familias y 910 géneros, se registran además 360 categorías infra específicas y dos híbridos naturales (Velazco-Macías 2009).

A pesar de que el país cuenta con más de 2.3 millones de colectas botánicas y existen numerosas floras regionales, aún no se cuenta con una flora nacional y se estima que un 30% del territorio aún no está incluido en algún estudio florístico formal (Sosa y Dávila, 1994 en Velazco-Macías 2009).

La palabra “piedmontscrub” fue acuñada por Muller (1938) para definir una comunidad vegetal generalmente caducifolia por un corto período de tiempo, el cual incluye arbustos altos o árboles bajos de origen neotropical. La clasificación y nomenclatura del matorral submontano ha cambiado a través del tiempo de acuerdo con los criterios de diferentes autores, destacando aquellos de tipo fisonómico (White 1940, Miranda y Hernández-X. 1963, Moya-Rodríguez 1982, Ramírez-Álvarez 1984, Alanís-Flores 2004), composición vegetal (Muller 1947, Villegas-Durán 1972, Panti-Madero 1992) y estructura (Rojas-Mendoza 1965, Gutiérrez-Lobatos 1970, González-Medrano 1972,

Melgoza-Castillo 1977, Villarreal-Quintanilla 1979, Briones-Villarreal 1991, Panti-Madero 1992, Challenger 1998, Briones y Villarreal-Quintanilla 2001, Alanís-Flores 2004), sin embargo, hay un acuerdo con respecto a su distribución, donde se destaca como una franja de vegetación localizada en la parte media y en las faldas de las principales cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental y en varias montañas aisladas en la región norte; así como con respecto a la heterogeneidad de su estructura (tres estratos principales) y su diversidad vegetal (Estrada-Castillón *et al.* 2011). En la actualidad, la clasificación de la vegetación de México, incluye al matorral submontano dentro del matorral xerófilo (Rzedowski 1978).

El matorral submontano (Alanís-Flores *et al.* 1996a) considerando como una variante del matorral xerófilo (Rzedowski 2006) es una formación arbustiva y sub-arbórea rica en sus formas de vida, característica de estas regiones (Alanís-Flores *et al.* 1996a). El matorral submontano se desarrolla principalmente en climas, cálidos y semicálidos, con precipitaciones entre los 450 y los 900 mm anuales. Esta comunidad vegetal es de tipo subperennifolio con una combinación de elementos espinosos y no espinosos (INEGI, 1986b). El vigor, talla y distribución de las especies dominantes y co-dominantes dependen de la disponibilidad de agua en el suelo y subsuelo. Las formas biológicas dominantes son arbustos o árboles de 4 a 6 metros de alto, con hojas pequeñas, caducifolias y subespinosas. Se ubican en los taludes inferiores de las montañas de hecho forman un extenso umbral que separa los elementos del matorral desértico de las planicies y los bosques de encino-pino existentes en los taludes superiores de la Sierra Madre Oriental (Velazco-Macías 2009).

El matorral es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México (García y Jurado 2008). A lo largo de la historia se ha visto afectado por actividades antropogénicas, como extracción de especies vegetales para diferentes usos (seto, combustible, textil, medicinal y alimenticio) (Estrada *et al.* 2004, Rzedowski 2006, García y Jurado 2008) de la misma manera ha sufrido de continua deforestación para establecer zonas de uso agrícola, industrial y urbano (Alanís-Rodríguez *et al.* 2008, Arriaga 2009). Por otra parte, el uso ganadero es la

práctica más frecuente, siendo el efecto más notable del pastoreo, la substitución paulatina de las plantas nativas (Rzedowski 2006, García y Jurado 2008). Tan sólo en los años de 1993 al 2002 el matorral sufrió una pérdida de 953 mil ha por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas (SEMARNAT 2006), y actualmente se ha observado un incremento en el cambio de uso suelo para el establecimiento de zonas urbanas (Canizales-Velázquez *et al.* 2009) con un crecimiento vertical y horizontal en laderas, lomas y faldas de cerros que fragmenta el *continuum* vegetal del matorral submontano.

El matorral submontano se encuentra en el noreste de México distribuido a lo largo de la Sierra Madre Oriental (SMO), desde Nuevo León hasta San Luis Potosí e Hidalgo (Rzedowski 2006), ocupando aproximadamente 11% de la superficie del estado de Nuevo León (Palacio *et al.* 2000) albergando gran diversidad de organismos; algunas especies que lo conforman fungen como agentes en el control de la erosión (Foroughbakhch *et al.* 2003) y efectúa una función primordial como área de transición entre las zonas de matorral desértico en las partes bajas y los bosques de encino-pino existentes en los taludes superiores de la SMO (Alanís-Flores *et al.* 1995, Alanís-Flores *et al.* 1996b).

Para el estado de Nuevo León existen listados florísticos de matorral submontano realizados por diversos autores (INEGI 1986b, Alanís-Flores *et al.* 1995, Alanís-Flores *et al.* 1996a, Estrada *et al.* 2004) pero todavía existe poca información en relación a la caracterización estructural de dicho ecosistema (García y Jurado 2008), por lo cual es necesario generar más información, así como sobre su diversidad y riqueza de especies (Arriaga 2009).

La mayor parte del matorral submontano en el estado de Nuevo León se desarrolla sobre suelos someros, especialmente de origen sedimentario (Rojas-Mendoza 1965; Rzedowski 1966, 1978), aunque en ocasiones puede desarrollarse sobre estratos con suelos ígneos (Briones-Villarreal 1991, Briones y Villarreal-Q 2001), ocupa aproximadamente el 8% (5,000 km<sup>2</sup>) del estado, desarrollándose principalmente entre

los 450 y los 800 m (Muller 1938, Rojas-Mendoza 1965), rara vez hasta los 1,800 m (Rzedowski 1978, Challenger 1998). A pesar de su relativa homogeneidad fisonómica, el matorral submontano muestra una marcada heterogeneidad en su composición vegetal a través del gradiente latitudinal en el noreste de México.

En Nuevo León, el matorral submontano sigue el mismo patrón (NE-SO) que el de las montañas de la región, a manera de un cinturón de vegetación de aproximadamente 270 km de largo. El límite sur de esta comunidad vegetal se encuentra en el estado de San Luis Potosí e Hidalgo, donde parece ser una continuación del matorral submontano descrito para Guadalcazar (Rzedowski 1966) y la Sierra de Catorce (González-Costilla *et al.* 2007, Giménez de Azcárate y González-Costilla 2011) y su límite norte se encuentra en el municipio de Lampazos, Nuevo León (Marroquín *et al* 1964, Rzedowski 1978, Briones y Villarreal-Q. 2001).

La mayoría de las ciudades en el estado de Nuevo León (Monterrey, Morelos, Santiago, El Cercado, Linares, Allende, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Guadalupe) se localizan o están rodeadas por el matorral submontano, principalmente en altitudes entre los 360 y 1,000 m.

Varias ciudades se localizan a lo largo de este cinturón de vegetación: Linares, Hualahuises, Morelos, Rayones, Allende, Congregación Calles, Lazarillos, Santiago, El Álamo, Monterrey, Sabinas Hidalgo, Salinas Victoria, Hidalgo, Villaldama, Bustamante y Lampazos, con una población aproximada de 3,898,597 habitantes (INEGI 1986c, CONABIO 2010). Los suelos de esta área son ligeramente alcalinos, con pH entre 6.5 y 7.5, de color blanquecino, con diferentes profundidades de acuerdo con su ubicación en el relieve, pero generalmente entre 10 y 60 cm de profundidad, con textura limosa, arcillosa o arenosa-arcillosa. En las partes bajas de las montañas dentro del área de estudio se presentan materiales desintegrados de margas y pizarras que en ocasiones alcanzan varios metros de profundidad (Woerner 1991, CONABIO 2010).

Aunque tiene variantes morfológicas y ecológicas, en términos generales en este matorral las especies más representativas son barreta (*Helietta parvifolia*), anacahuita (*Cordia boissieri*), frijolillo (*Sophora secundiflora*), falso olivo (*Gochnatia hypoleuca*), corvagallina (*Neopringlea integrifolia*), hoja dorada (*Decatropis bicolor*), escobilla (*Fraxinus greggii*), tenaza (*Pithecellobium pallens*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), guajillo (*Acacia berlandieri*), huizache (*Acacia farnesiana*), hierba del potro (*Caesalpinia mexicana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), chapote manzano (*Dyospiros virginiana*), chapote prieto (*Dyospiros texana*) y palo verde (*Cercidium macrum*) (Velazco-Macías 2009).

En esta comunidad vegetal se han registrado 19 especies endémicas para el estado de Nuevo León, de las cuales 15 de ellas son de hábito herbáceo (h), tres crasicaulas (cactáceas pequeñas) (cr) y un árbol (a). No hay especies arbustivas endémicas en el matorral submontano. Las especies endémicas son: *Agave albopilosa* I. Cabral, Villarreal & A.E. Estrada, *Asplenium ultimum* A.R.Sm (h), *Allium traubii* T.M. Howard (h), *Ariocarpus scaphirostris* Boed. (cr), *Cynanchum maccartii* Shinnars var. *latifolium* B.L. Turner ex Henrickson (h), *Desmanthus pringlei* (Britton & Rose) F.J. Herm. (h), *Epithelantha micromeris* F.A.C. Weber var. *unguispina* (Boed.) N.P. Taylor (cr), *Flyriella leonensis* (B.L.Rob.) R.M. King & H. Rob. (h), *Linum lasiocarpum* Rose (h), *Lithospermum nelsonii* Greenm. (h), *Mammillaria linarensis* R. Wolf & F. Wolf (cr), *Mirandea huastecensis* T.F. Daniel (h), *Myrospermum sousanum* A. Delgado & M.C. Johnston (a), *Perymenium hintoniorum* B.L. Turner var. *hintoniorum* (h), *Phaseolus novoleonensis* Debouck (h), *Romanschulzia meyeri* Rollins (h), *Seymeria deflexa* Eastw. (h), *Thelesperma subaequale* S.F. Blake (h) y *Vigethia mexicana* (S. Watson) W.A. Weber (h) (Villarreal-Quintanilla y Estrada-Castillón 2008). Con excepción de *Myrospermum sousanum*, el resto de las especies no aparecieron en los sitios de muestreo realizados.

En Nuevo León existen 23 áreas naturales estatales protegidas, un monumento nacional (Cerro La Silla), un parque urbano (Parque lineal, Río Santa Catarina) y tres Área Naturales Protegidas (ANP) comunitarias (Zonas de restauración ecológica del lobo

mexicano) (SEDUOP 2000) mismas que comprenden una superficie total de 150,931 ha (1,509.3 km<sup>2</sup>). El matorral submontano se localiza en parte o totalmente en 12 de estas áreas naturales para la conservación ecológica. En conjunto, suman cerca de 144,764 ha, de las cuales 81,261 ha se localizan en el centro del estado, próximos al área metropolitana y hasta los municipios de Allende y Montemorelos. Una pequeña porción se registra en la región sur y el resto se localiza en la región centro-norte (62,290 ha) (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

Respecto a la diversidad arbustiva e importancia de las especies del matorral submontano, las especies más importantes y dominantes en el matorral submontano son *Acacia amentacea*, *A. berlandieri*, *Agave lecheguilla*, *Bernardia myricifolia* var. *myricifolia*, *Croton suaveolens*, *Dasyilirion berlandieri*, *Eysenhardtia texana*, *Fraxinus greggii* var. *greggii*, *Havardia pallens*, *Helietta parvifolia*, *Jatropha dioica* var. *graminea*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lantana macropoda*, *Neopringlea integrifolia*, *Rhus pachyrrhachis* y *Zanthoxylum fagara*. Estas especies definen, en general, todas las asociaciones vegetales del matorral submontano en el estado de Nuevo León (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

A pesar de su alta diversidad en comparación con otras familias, las especies de Asteraceae y Cactaceae presentan bajos valores de cobertura, densidad y frecuencia en las diferentes asociaciones que componen este matorral comparados con miembros de Leguminosae, Oleaceae, Rutaceae y Boraginaceae. Los tres taxa más frecuentes con los más altos valores de cobertura y densidad y que definen en el mayor de los casos el matorral submontano son *Helietta parvifolia*, *Fraxinus greggii* var. *greggii* y *Neopringlea integrifolia*. Estas especies generalmente predominan en las pendientes pronunciadas o someras de las cadenas montañosas y aún en sierras aisladas, rara vez se mezclan con las comunidades de suelos planos o de planicie (especialmente con matorral espinoso tamaulipeco o matorral micrófilo de *Larrea* sp. y *Flourensia* sp. en el norte del estado) o cuando lo hacen, no son los taxa dominantes. El elemento característico del matorral submontano es *Helietta parvifolia*, especie que se encuentra a manera de un cinturón de vegetación entre los 450 y 700 m de altitud a lo largo de su

distribución norte-sur. Las asociaciones vegetales donde predomina *Helietta parvifolia* son conspicuas por su fisonomía de matorral alto y de color verde ceniciento, brillante, fácilmente distinguible del verde de las otras asociaciones vegetales adyacentes. En Nuevo León, el matorral submontano da paso a los encinares en el nivel altitudinal superior. En el norte del estado, ocasionalmente da paso al bosque escumifolio (*Juniperus pinchotii*) o de coníferas (*Pinus cembroides*) en las serranías bajas con altiplano. En ocasiones se constituyen ecotonos de estas comunidades, donde las especies de encino, coníferas y de matorral aumentan la diversidad en estas áreas, de ahí que el género *Quercus* (ocho especies) muestre una diversidad superior aún a *Acacia* (siete especies), el arbusto más diverso en el matorral submontano (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

Las asociaciones de matorral submontano en el sur y centro del estado alcanzan mayores alturas, densidades y coberturas que en la región norte. Dos factores pueden ser la causa de este efecto, la precipitación y el suelo. La precipitación (980 a 1,020 mm anuales) en la región centro-sur, duplica a la que recibe la región norte, mientras que los suelos de la región centro-sur son, en general, más profundos y relativamente con mayor contenido de materia orgánica que los del norte (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

Asociaciones vegetales como las que conforma *Helietta parvifolia* en el norte del área de estudio han sido descritas para el norte el estado de Nuevo León (Briones y Villarreal-Q. 2001) y en, Guanajuato, Querétaro y San Luís Potosí (Rzedowski 1966, 1978). En los cañones más húmedos y en áreas riparias de la región central del área de estudio, el matorral submontano se mezcla con especies arbóreas que no son encinos ni coníferas, destacan especies de *Carya*, *Cephalanthus*, *Juglans*, *Platanus*, *Salix*, *Taxodium*, *Ungnadia* y *Ulmus*, asociaciones vegetales afines en composición y fisonomía a las reportadas por Marroquín (1968) para el centro del estado. En las áreas húmedas, a lo largo de la región occidental en México, específicamente Baja California, la Península de Yucatán y el Valle de Tehuacán- Cuicatlán se desarrollan comunidades de plantas conocidas como bosque tropical seco (Bullock *et al.* 1995) donde dominan las especies tropicales que alcanzan alturas entre 8 y 9 m de altura (Trejo-Vázquez 1999).

Características similares se presentan en el matorral submontano: especies de afinidad tropical asociadas con suculentas, pero dominado por especies arbustivas medianas o altas (2.5 - 4.5 m). De acuerdo con Cain (1950), las plantas adaptadas a un particular régimen climático frecuentemente ostentan similares formas biológicas. En este caso, existen ciertas afinidades entre el bosque tropical seco y el matorral submontano, pues ambas comunidades presentan un período de sequía y se distribuyen principalmente en climas de tipo cálido subhúmedo. Además en ambos se encuentran pendientes moderadas o pronunciadas y también diversos tipos de suelo, factor que podría explicar, como argumentan Trejo-Vázquez (1999) y Gallardo-Cruz *et al.* (2005) la diversidad de especies en ambas comunidades vegetales.

Las comunidades de matorral submontano presentes en Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas son relativamente homogéneas en estructura, predominando las especies arbustivas, inermes de porte mediano (hasta de 2.5 m), a diferencia de algunas comunidades vegetales como el bosque tropical caducifolio del sur de México, donde los elementos predominantes son árboles o cactáceas columnares (Durán *et al.* 2006).

Aunque la mayoría de las especies registradas tienen una amplia distribución dentro del matorral submontano, varias de ellas se encuentran restringidas a climas y suelos específicos. Por ejemplo, algunos miembros de Agavaceae, *Agave bracteosa*, *A. victoriae-reginae* y *A. albopilosa* (litosoles), *Brahea berlandieri* (suelos pedregosos en las partes altas de serranías áridas), *Dasyilirion berlandieri* (pendientes), *Hesperaloe funifera* var. *funifera* (suelos pedregosos) y *Yucca filifera* (suelos profundos) (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

El matorral submontano en Nuevo León presenta 55 familias, 150 géneros y 228 especies de plantas vasculares (Estrada-Castillón *et al.* 2011), que comparado con las 24,424 especies, 2,804 géneros y 304 familias registradas para México (Villaseñor, 2004), representan el 1%, 5.34% y 1.81% de su flora, respectivamente.

A pesar de ser uno de los tipos de vegetación donde se llevan a cabo múltiples actividades económicas como desarrollo de asentamientos humanos e industria, el matorral submontano ostenta poblaciones bien conservadas en las laderas y pendientes de montañas en el norte, centro y sur del estado de Nuevo León, que representan fielmente su fisonomía de matorral mediano, alto o bajo, especialmente de tipo subinermes. A diferencia de otros matorrales del sur de México, donde la principal afectación es causada por invasión de exóticas, contaminación, saqueo de especies y fuegos (Castillo-Argüero *et al.* 2004), el matorral submontano se ve afectado principalmente por la tala total para desarrollos urbanos. Sin lugar a dudas, los sitios de matorral submontano con mayor deterioro se localizan en las zonas adyacentes al área metropolitana. De acuerdo con los mapas de uso y vegetación Serie II (INEGI 2008) y Serie III (INEGI 2009), la superficie ocupada por el área metropolitana en el año 2000 era de 295 km<sup>2</sup>, mientras que en 2005 era de 388 km<sup>2</sup> y en el año 2007 de 409 km<sup>2</sup>. En siete años, se eliminaron 11,400 ha de este tipo de vegetación en el área metropolitana, especialmente para desarrollo urbano. Las áreas más afectadas por esta actividad se localizan en los alrededores de la Sierra El Fraile y San Miguel, Cerro El Topo, Cerro La Silla, Sierra La Silla y el Parque Nacional Cumbres de Monterrey.

La Sierra Picachos en el centro-norte del estado alberga matorral submontano en condiciones relativamente óptimas, pues la principal actividad económica es la pecuaria que se ve acompañada por la extracción de leña y madera para postería, además de presentarse desmontes en lotes particulares y ejidales (parciales y totales) para iniciar con actividades agropecuarias, por otra parte una zona de la Sierra de Picachos en la porción sur-este, municipio de Cerralvo, donde se lleva a cabo la extracción de material pétreo (obs. pers.).

La mayoría de las especies endémicas para el estado de Nuevo León presentes en el matorral submontano poseen distribución restringida o, en ocasiones, se registran en las comunidades vegetales adyacentes. Las especies en mayor riesgo son las cactáceas, al encontrarse en las áreas de matorral submontano con mayor impacto directo e indirecto por parte del hombre y no se localizan dentro de ninguna área natural protegida del

estado. Varias especies de cactáceas que no son endémicas del matorral submontano, pero están presentes en él y se encuentran bajo algún estatus de protección en México (DOF 2010) son *Coryphantha sulcata* var. *nickelziae*, *Echinocereus poselgeri*, *Ferocactus haematacanthus*, *Mammillaria plumosa* y *Thelocactus bicolor*. *Agave victoriae-reginae* es una especie endémica de México (DOF 2010) catalogada como en peligro de extinción presente en los taludes y acantilados del Cañón La Huasteca en los municipios de Santa Catarina y Rayones; sitios de fácil acceso y la escasa protección de estas poblaciones silvestres ha contribuido a su extracción ilegal y destrucción de parte de su hábitat. *Agave albopilosa* tiene una distribución más restringida que *A. victoriaereginae*, se localiza únicamente en el municipio de Santa Catarina, en los acantilados más altos, también en el Cañón de La Huasteca, aún no se conoce mucho de la biología y por su reciente descubrimiento (2010) no está registrado su estatus de riesgo en el país (Cabral-Cordero *et al.* 2007).

Una leguminosa presente en el matorral submontano con distribución restringida es *Myrospermum sousanum*, únicamente registrada en dos montañas en el estado de Nuevo León (Estrada-Castillón *et al.* 2005), una de ellas localizada en el municipio de Villaldama y la otra en el municipio de Bustamante, adyacente al atractivo turístico regional, las Grutas de Bustamante. En las Grutas de Bustamante fueron contabilizados menos de 200 individuos (es la población de mayor tamaño), pero en los años 2009-2010 se realizaron trabajos de mejoramiento de caminos de acceso a las grutas y al menos diez árboles de entre 6 y 8 m de altura fueron tumbados, reduciendo aún más sus poblaciones (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

Dentro de las ANP's y otras áreas de protección a los recursos naturales en el estado de Nuevo León donde se encuentra la presencia de matorral submontano se registraron los tres estratos de vegetación que componen su fisonomía general. Esto se interpreta como una condición óptima de su fisonomía donde se albergan las asociaciones de especies características aquí registradas. Sin embargo, en áreas fuera de la protección gubernamental o propiedad privada, como sucede en áreas de los alrededores de Montemorelos, Allende, Santiago, Hualahuises y Linares, las poblaciones de matorral

submontano alto, donde dominan en densidad individuos de *Dispyros*, *Fraxinus* y *Helietta*, están siendo fuertemente impactadas por efecto de la tala selectiva de estas especies para utilizarlas como postes para cerca, leña y, especialmente, para la industria artesanal (yoyos, trompos, baleros) en el municipio de Hualahuises (Estrada-Castillón *et al.* 2011).

En el noreste de México y en colindancia con la frontera con los Estados Unidos, en áreas donde predomina el matorral submontano, se registran varios cientos de UMA's encaminadas al aprovechamiento cinegético de fauna mayor. Desde el punto de vista de conservación, se están manejando y protegiendo estas asociaciones vegetales mediante su uso como fuente de alimento de fauna silvestre, reproducción de venado cola blanca, jabalí y guajolote (Estrada-Castillón *et al.* 2011). Estas UMA's son en la actualidad uno de los negocios más redituables económicamente, sobrepasando en ganancias las prácticas antiguas de manejo de ganado (SEMARNAT 2006).

En el matorral submontano de la Sierra de Picachos predomina en la parte baja de la Sierra siendo su distribución desde los 300 hasta los 700 msnm. Esta comunidad vegetal representa un parte importante para el ecosistema ya que se reporta una mayor cantidad de plantas medicinales en este tipo de vegetación con respecto a los demás (Ramos-Silva 2001). Es preciso señalar que este tipo de vegetación resguarda una comunidad muy particular denominada "Barretales", por ser el nombre común de la especie que los representa, *Helietta parvifolia*. Estas comunidades son consideradas como las mejores conservadas del país según CONABIO (1996).

El estrato arbóreo del matorral submontano de la Sierra de Picachos está representado además de la barreta por otras especies como *Acacia farnesiana* (Huizache), *Prosopis glandulosa* (Mezquite), así como también *Celtis pallida* (Granjeno), *Ebenopsis ebano* (Ebano), *Ehretia anacua* (Anacua), incluyendo individuos de *Cordia boissieri* (Anacahuita), *Zanthoxylum fagara* (Colima), *Condalia hookeri* (Brasil), *Diospyros texana* (Chapote) y en algunos cañones con *Juglans microcarpa* (Nogalillo) entre otros. En lo que respecta al estrato arbustivo es común observar especies de *Acacia rigidula*

(Chaparro prieto), *Karwinskia humboldtiana* (Coyotillo), *Croton* sp. (Salvia), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), *Castela erecta* ssp. *Texana* (Chaparro amargo), *Jatropha dioica* (Sangre de Drago), *Opuntia leptocaulis* (Tasajillo), *Opuntia engelmannii* (Nopal), *Guaiacum angustifolium* (Guayacán) y *Randia rhagocarpa* (Coma loba), siendo estas las más representativas. Para el estrato herbáceo podemos observar la presencia de *Taraxacum officinale* (Diente de León), *Sonchus oleraceus* (Falso diente de León), *Thymophylla pentachaeta* var. *pentachaeta* (Hierba del torzón), *Euphorbia brachycera* (Golondrina), *Notholaena sinuata* var. *sinuata*, (Helecho), *Bouvardia ternifolia*, (Bovardia), *Echinocereus enneacanthus* (Pitaya de mayo, Pitaya chica), *Hedeoma drummondii* (Menta o Poleo), *Mammillaria heyderi* (Mamilaria), y *Marrubium vulgare* (Manrubio), entre otras (Ramos-Silva 2001).

### **Ornitofauna en Nuevo León**

Con respecto a los estudios relacionados con la ornitofauna de Nuevo León, existen diversos trabajos de tesis, la mayor parte de ellos, inéditos, de la FCB de la UANL, han logrado importantes aportaciones sobre la biogeografía y datos ecológicos, de algunas especies, aunque gran parte de ellos son puntuales, como el estudio ornitofaunístico en el cañón de Meleros de Guerrero-Torres (1972); Estudio de nidación de *Eleanus leucurus majusculus* de Montiel de la Garza (1978); La contribución sobre aves acuáticas de Iruegas-Sánchez (1983); Datos biológicos de la Codorníz de Quiroga-Ayala (1983); Estudio ornitofaunístico del cañón de la Boca de Cotera-Correa y Contreras-Balderas (1985); Trabajo de Aves acuáticas de Cantú-Pérez (1985); La investigación de Neyra-Morales (1993) sobre la situación actual del pato real. Gracia-Manzo (1988) con su trabajo de la ornitofauna de un transecto ecológico en el municipio de Santiago, Nuevo León, México. El trabajo de González-Iglesias (2001) relacionado con la ornitofauna del Bosque de Encino y Bosque de Pino de la Sierra de Picachos. El trabajo de Borré-González *et al.* (2011) con la presencia del tinamú canelo (*Crypturellus cinnamomeus*) en dos áreas naturales protegidas del centro de Nuevo León, México. Canales-del Castillo *et al.* (2010) con su estudio acerca de las nuevas localidades de nidación del Gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) en el noreste de México.

Los trabajos de Monroy-Ojeda (2009, 2010) con el primer registro de la tångara ala amarilla (*Thraupis abbas*) y el primer registro de la eufonia garganta negra (*Euphonia affinis*) respectivamente. Monroy-Ojeda y Grosselet (2008) con el registros de la tångara azulgris (*Thraupis episcopus*) y Monroy-Ojeda y Sánchez-Morales (2009) con el registro del mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola*), todas ellas para el Estado de Nuevo León, México.

El trabajo elaborado por Guzmán-Velazco (1998), el cual es desarrollado en un una zona de importancia ecológica, por las condiciones y características del Cerro del Potosí, de las que resaltan los diversos tipos de vegetación y microclimas presentes. El autor realizó un inventario ornitofaunístico, además de generar información útil para un posterior manejo del ecosistema. Logró la identificación de 80 especies, de las cuales 6 están consideradas bajo un estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Macías-Caballero (1999) generó un listado con 439 especies de aves registradas para el estado, con información de la base de datos de los especímenes de la colección de Aves de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, así como los registros del Club de Observadores de Aves de Nuevo León, las observaciones del Dr. Armando J. Contreras Balderas, el Dr. Juan Antonio García Salas, el Dr. Ignacio Rojas González, el Dr. Ernesto Enkerlin Hoeflich, el M.C. Antonio Guzmán Velazco y el Ing. Andrés Marcelo Sada Zambrano, además de consultar literatura como la de Howell y Webb (1995).

Algunos estudios relacionados con la ornitofauna han sido desarrollados en la región como es el caso de Sample y Sewall (1943) quienes inicio inventarios de aves en el este de México incluyendo Chipinque y Linares, Nuevo León que forman parte del macizo de la Sierra Madre Occidental (Reyes-Hernández 2000) y desde esa fecha diversos trabajos formales han sido desarrollados en términos de riqueza y de aspectos ecológicos por distintos autores. Los primeros registros para el Estado de Nuevo León fueron realizados por Friedmann *et al.* (1950) y Miller *et al.* (1957) donde se reportan 263 especies; Arellano y Rojas (1956) quien realiza un estudio de aves acuáticas migratorias

para el Estado en su estudio de México; Hubbard y Crossin (1974) quien reportó diversas aves que fueron colectadas u observadas en el norte de México incluyendo 12 especies para Nuevo León; Howell y Webb (1995) quienes aumentan en 34 especies más las aves para Nuevo León en su trabajo “A guide to the birds on México and Northern central America” (Contreras-Balderas *et al.* 2008).

En su investigación Martín-Del Campo (1959) con la primer monografía ornitológica obtiene un inventario de 260 especies para Nuevo León, pero algunas de esas especies no fueron confirmadas. Esta investigación considera trabajos realizados por Sutton y Burleigh (1939), Sutton (1941, 1942, 1948, 1951), Sutton *et al.* 1942, Sutton y Pettingill (1943), Friedmann, *et al.* (1950), Blake (1953) y Edwards (1955) (Contreras-Balderas *et al.* 2008).

Otros estudios importantes como el de Cantú-Pérez y Contreras-Balderas (1988) y Cantú-Pérez (1985) que trabajaron con aves acuáticas y semi-acuáticas en Linares, Nuevo León. Contreras-Balderas (1977) con la comparación de aves de 3 localidades en 3 diferentes regiones fisiográficas en Nuevo León; Gracia-Manzano and Contreras-Balderas (1988) quien trabajo con la estacionalidad y distribución ecológica de 60 especies en la Sierra Mauricio en Santiago, N. L. Valdés-Peña and González-Rojas (2006) quien reportó 12 especies de cotorros en el área metropolitana de Monterrey, N.L. Contreras-Balderas (1994) que confirmó la presencia de ocho especies de la familia Columbidae; Ruvalcaba-Ortega *et al.* (2004) quien enriqueció la información de inventarios de aves para Nuevo León registrando 83 especies, 62 géneros, 31 familias y 9 órdenes para la Sierra de San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León, México. Ballesteros-Medrano (2004) quien realizó un estudio en Aramberri, Nuevo León con las aves relacionadas a un bosque fragmentado de especies de *Juniperus*.

Contreras-Balderas *et al.* (1995) publicó un inventario preliminar para Nuevo León donde registró 394 especies (incluyendo seis exóticas), de las cuales 55 provienen de observaciones del autor, y dos años después Contreras-Balderas (1997), presenta un sumario de aves de Nuevo León donde reporta 365 especies basados en artículos

publicados, tesis inéditas y datos de la colección ornitológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León; además incluye siete registros no incluidos en el primer listado preliminar (Contreras-Balderas *et al.* 1995) como *Anas fulvigula*, *Asio flammeus*, *Falco femoralis*, *Turdus assimilis*, *Ridgwayia pinicola* y *Dendroica pinus* (Contreras-Balderas *et al.* 2008).

Contreras-Balderas *et al.* (2008) presentó un inventario de aves reportadas hasta 2006 para el Estado de Nuevo León, México de 419 especies (412 nativas and 7 exóticas) han sido registradas, incluyendo 195 residentes, 36 visitantes veraniegos, 99 visitantes invernales, 37 transeúntes, 44 como accidentales, y 8 en estatus incierto. El Estado cuenta con 10 especies endémicas y 2 relicto, 8 especies reconocidas como en peligro de extinción, 15 como amenazadas y 28 en protección especial. Por otra parte el estudio del Vireo gorrinegro (*Vireo atricapilla*) de Contreras-Balderas *et al.* (2012) en áreas urbanas de Monterrey, Nuevo León. Así como el estudio con Picotuerto rojo (*Loxia curvirostra*) en Nuevo León de Contreras-Balderas y Gaspar-Rodríguez (2010) y el estudio de Contreras-Balderas *et al.* (2006) con la comparación de la comunidad de aves en un matorral micrófilo de *Larrea* durante dos veranos consecutivos en el municipio de García, Nuevo León, México.

El trabajo de Valdés-Peña, *et al.* (2009) con registros recientes de tres especies de aves (*Campylorhynchus gularis*, *Lepidocolaptes affinis*, *Oporornis formosus*) en el estado de Nuevo León, y Valdés-Peña *et al.* (2010) con el primer registro del zorzal corona-negra y registros adicionales del trepatroncos corona-punteada y del mirlo pinto en el estado de Nuevo León, México.

González-Rojas *et al.* (2006) publicó el primer registro de *Charadrius montanus* en Nuevo León, México. González-Rojas *et al.* (1998) realizó el estudio de la avifauna en Anáhuac, Nuevo León, México. El estudio de García-Salas *et al.* (2010) con la avifauna del Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, México.

Finalmente cabe destacar el trabajo desarrollado mediante los constantes avistamientos por parte de los integrantes del Club de Observadores de Aves de Nuevo León (COA), quienes, hasta el momento han participado activamente en diversos programas de observación de especies de aves. Debido a su constancia, han logrado identificar distintas especies, en diversas localidades del estado (Ricardo Guerra, miembro del COA, com. pers.).

Con respecto a la Sierra de Picachos, la elaboración de inventarios faunísticos resulta muy escasa, sin embargo, un listado de aves fue generado por Enkerlin *et al.* (2000) quien registró 147 especies para la Sierra de Picachos que forma parte de la información de la Sierra de Picachos para CONABIO (2000).

Por otra parte la información generada por González-Iglesias (2001) quien identificó un total de 50 especies de aves de las cuales 48 fueron observadas en el Bosque de Encino y 22 en el Bosque de Pino de la Sierra de Picachos de las cuales 15 estaban consideradas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994 en su momento) y el criterio sugerido en Contreras-Balderas *et al.* (1995).

González-Iglesias *et al.* (2004) publicó un listado de aves resultado de trabajo de campo de identificando septiembre 1997 a mayo 2000, identificando 39 familias, 101 géneros y 146 especies, las cuales fueron avistadas en diversas comunidades vegetales resultando la observación de 23 especies en bosque de pino (*Pinus* spp.), 50 especies en bosque de encino (*Quercus* spp.); 135 especies en matorral y la presa de Sombrerete. Del total de especies identificadas 136 fueron observadas en primavera, 39 en verano, 36 en otoño y 83 en invierno destacando que todos los grupos funcionales están representados. Del total de especies identificadas, 14 especies están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## JUSTIFICACIÓN

A partir de inventarios actualizados de flora y fauna, es posible tener un conocimiento actual de su distribución geográfica y ecológica, particularmente en las áreas de importancia para la conservación. Sin embargo, existen regiones en donde no se han desarrollado trabajos sistemáticos ni acciones formales de conservación debido a la falta de información o de los recursos económicos, que permitan conocer su valor ecológico. El inventario de la riqueza biológica de nuestro país aún no está completo por lo que una parte importante de los estudios ecológicos consiste en el proceso de recopilación, integración y síntesis de los recursos naturales de manera permanente, acumulativa y a largo plazo. Esto permite una constante actualización en el conocimiento del patrimonio natural del país para un análisis más detallado e identificación de prioridades de acción, tanto de conservación, como de investigación (Flores-Villela y Gérez 1994).

En mayo de 1996, el Instituto Nacional de Ecología (INE) publicó el Programa de Áreas Naturales Protegidas 1995 - 2000 en el que se plantearon las estrategias a seguir en materia de conservación, manejo y protección de las áreas naturales del país. Un aspecto relevante de estas estrategias, señalado desde las reformas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 1996, es considerar la participación de los gobiernos de las entidades federativas y de las diversas instituciones y organizaciones que trabajan en la conservación del ambiente en la administración y manejo (total o parcial) de estas áreas (SEMARNAP 1996).

De esta estrategia, el Gobierno de Nuevo León, mediante la Subsecretaría de Ecología de la SEDUOP, y diversas instituciones académicas y de conservación, generaron un documento en el que se encuentra la información de las 23 Áreas Naturales Protegidas (ANP) determinadas para el estado de Nuevo León, incluyendo la ANP antes denominada Cerro Picachos ahora re delimitada y modificada como Sierra Picachos, que forma parte del macizo de la Sierra de Picachos.

Uno de los principales problemas a los que se ha venido enfrentando la autoridad competente en materia de conservación es ¿qué sitios conservar?, esto, partiendo desde la plataforma de que en México son escasos los trabajos que de manera integral caracterizan sitios en particular y en el caso de las ANP, el conocimiento de sus recursos es limitado para algunas de ellas, caso en el que se encuentra la Sierra de Picachos.

El conocimiento que se tiene de esta Sierra, está basado en trabajos realizados de manera específica con algunas especies, en localidades cercanas, visitas esporádicas o en comunicaciones personales con la gente de la localidad, a pesar de ser considerado como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), una Región Prioritaria Terrestre para la Conservación de acuerdo a CONABIO (1999) y recientemente como un Área Natural Protegida (SEDUOP 2000, Periódico Oficial de Estado de Nuevo León 2003).

Las consideraciones para llevar a cabo la toma de decisiones para la integración de sitios dentro de programas de conservación nacional, ha sido basada en criterios cualitativos, valiéndose de información generada para estas localidades de manera general y no de manera específica. Mediante la evaluación del Índice de Integridad Ecológica se pretende generar información básica y específica al sitio que pueda ser utilizada como herramienta práctica para la evaluación y posterior selección de sitios para conservación de la diversidad biológica.

El uso de indicadores ecológicos e índices de diversidad y evaluaciones ambientales han comenzado a dar la pauta para el reconocimiento de los recursos prioritarios para la conservación. Con el presente estudio, mediante el Índice de Integridad Ecológica se pretende dar a conocer la condición bajo la cual se encuentra un sitio u área bajo estudio mediante la integración de diversos parámetros, lo cual se ve traducido en una integración de variables que evalúan de manera general un sitio en específico, con información exclusiva de la zona.

González Iglesias (2001) realizó el estudio de la evaluación de la integridad ecológica en las comunidades de Bosque de Encino y de Bosque de Pino de la Sierra de Picachos, Nuevo León generando información sumamente valiosa para el ANP y antecedentes biológicos para la Sierra de Picachos.

El presente estudio pretende ampliar la información biológica y ecológica de la comunidad del matorral submontano de la Sierra de Picachos para enriquecer los antecedentes ambientales de este sitio bajo estudio y generar información para estructurar estudios, reportes y planes de manejo o acciones concretas de conservación.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la Integridad Ecológica del Matorral Submontano en la Sierra de Picachos mediante la determinación de Índices de Calidad Ambiental.

### **Objetivos específicos**

- Estimar el Índice de Densidad de la Vegetación del matorral submontano de la Sierra de Picachos
- Evaluar el Índice del Valor Ecológico del matorral submontano de la Sierra de Picachos
- Determinar el Índice de Valoración del Paisaje del matorral submontano de la Sierra de Picachos
- Evaluar el Índice de la Condición del Desarrollo Vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos
- Establecer la riqueza y diversidad de las plantas y ornitofauna del matorral submontano de la Sierra de Picachos

## MATERIAL Y MÉTODO

### Ubicación del sitio

La Sierra de Picachos está ubicada al nordeste de la ciudad de Monterrey, esta topoforma se presenta en las cartas topográficas, G14-A76, G14-A77, G14-A86 y G14-A87, escala 1:50,000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI 1978a, 1978b, 1978c, 1978d).

En términos geológicos la Sierra de Picachos, es una isla que forma parte de la Sierra Madre Oriental Esta Sierra se ubica al noreste del estado de Nuevo León, formando parte de los municipios de Agualeguas, Cerralvo, Dr. González, Higuera, Marín y Sabinas Hidalgo, todos ellos del Estado de Nuevo León (Figura 5).

Las principales vías de acceso son la autopistas federal N° 85, Monterrey-Laredo la carretera estatal N° 54, Monterrey-Cd. Mier y la carretera estatal N° 23, Sabinas Hidalgo-Agualeguas. La situación geográfica comprende las siguientes coordenadas extremas reportadas por CONABIO (2000):

Longitud máxima: 100° 06' 40''	Latitud máxima: 26° 19' 22''
Longitud mínima: 99° 42' 57''	Latitud mínima: 25° 50' 55''

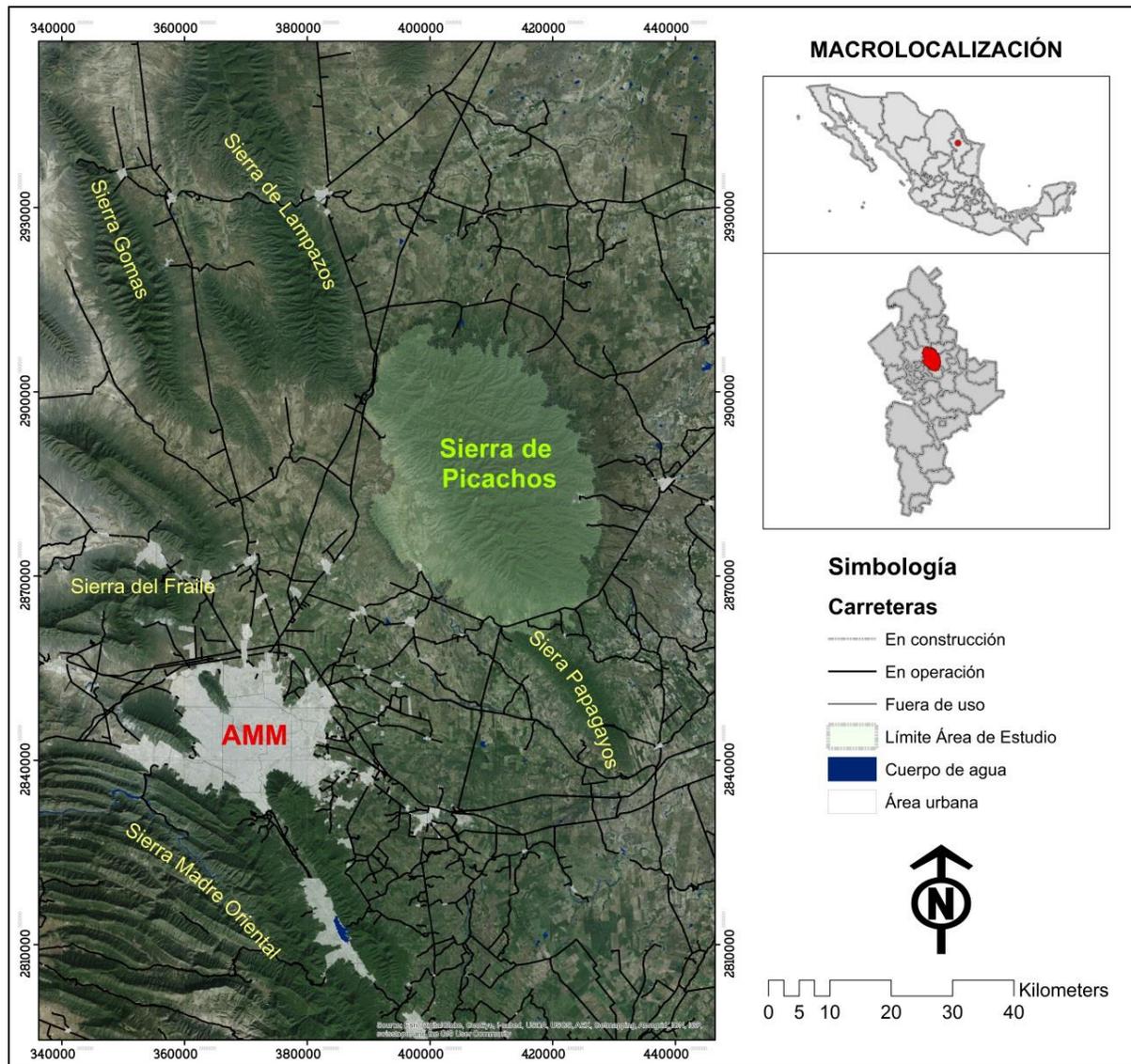


Figura 5.- Ubicación de la Sierra de Picachos

## **Evaluación de la Integridad Ecológica del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

Conesa-Fernandez-Vítora (1996), en su obra, describe índices utilizados para el estudio de factores ambientales, físicos y biológicos, tales como la evaluación de la atmósfera, del ruido y las vibraciones, del agua, de la capacidad agrológica del agua, de la erosión del suelo, la cubierta vegetal, la fauna, el paisaje, valores culturales, la calidad de vida, la demografía y el nivel de empleo.

Fueron seleccionados tres índices de la obra de Conesa-Fernandez-Vítora (1996) el de la cubierta vegetal, el del valor ecológico y el del paisaje, los cuales fueron modificados para su aplicación en la evaluación de la integridad del matorral submontano de la Sierra de Picachos.

Los índices utilizados evaluados (modificados) son:

- a) Índice de la Densidad de la Vegetación (IDV)
- b) Índice del Valor Ecológico (IVE)
- c) Índice de la Valoración del Paisaje (IVP)
- d) Índice de la Condición de Desarrollo Vegetal (ICDV)

Cada índice fue determinado mediante el uso de un indicador, el cual presenta un valor porcentual. Para la evaluación del IDV, fue utilizado el porcentaje de densidad de la vegetación (PDV); mediante el valor ecológico (VE) se estimó el IVE; el valor relativo (VR) permitió el cálculo del IVP y finalmente, para el ICDV se determinó la condición de desarrollo vegetal (CDV). El resultado del indicador fue transformado mediante una función de transformación de tipo logarítmica a un valor cuyo rango fluctúa de 0 a 1 e indica el valor de la calidad ambiental.

En el presente estudio fue determinado para cada comunidad un índice multimétrico denominado Índice de Integridad Ecológica (IIE), el cual es resultado de la sumatoria de cada uno de los cuatro índices evaluados. El IIE fluctúa en un rango que va de 0 a 4. El resultado final del IIE, fue cotejado en una escala ordinal de valores que va de 0 a 4.

Esta escala está dividida en tres secciones con valor de 1.3333 unidades por sección. Si la suma del resultado IIE se presenta entre 0 - 1.3333, la condición de la comunidad bajo estudio, será denominada “Baja”, si el valor varia, entre 1.3334 – 2.6667 se le asignará el criterio de “Media” y finalmente será considerada “Alta” si el valor reside entre 2.6668 y 4 (Figura 6).

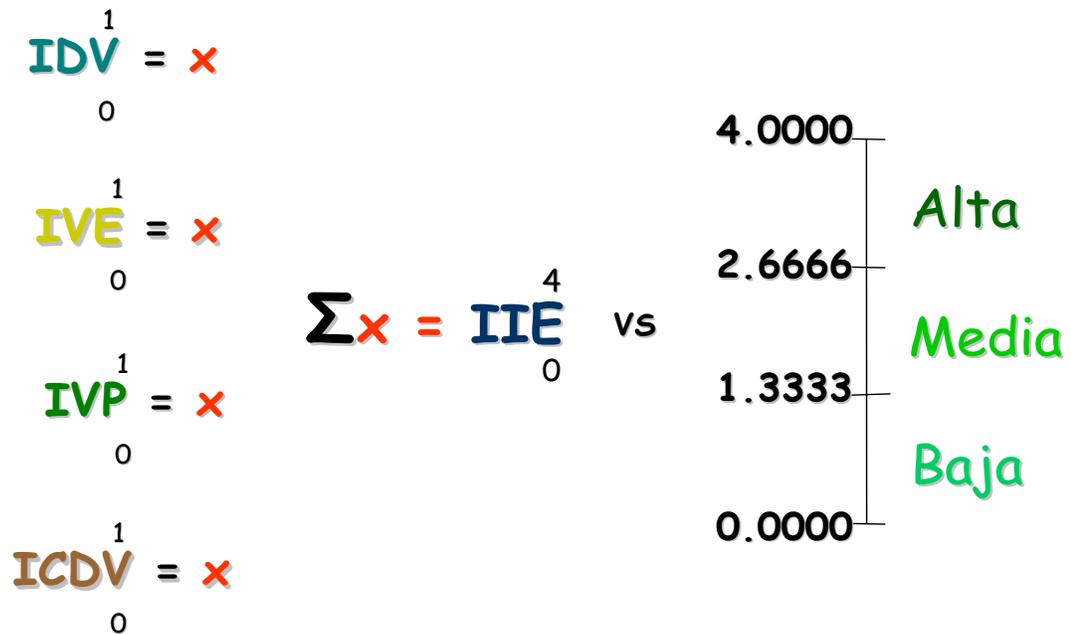


Figura 6.- Modelo conceptual del Índice de Integridad Ecológica

En la determinación de cada uno de los cuatro índices, fueron contempladas diversas medidas, para lo cual fue necesario generar información básica relacionada con el sitio bajo estudio, obteniendo datos auténticos, actuales y específicos. A continuación se describen los métodos seguidos para la obtención del valor de cada índice.

## Índice de la Densidad de la Vegetación del matorral submontano de la Sierra de Picachos

La metodología utilizada para calcular la densidad de la vegetación, fue basada en el Estatus y la Densidad de las especies presentes. El estatus se refiere a la condición de los individuos de las especie vegetales con respecto a su rareza o frecuencia (K) (Tabla 1) y la Densidad, al número de especies vegetales presentes.

Tabla 1.- Estatus de la Comunidad

<b>Tipo de vegetación</b>	<b>K</b>
Muy rara (con endemismos)	1.0
Muy rara	0.8
Rara	0.6
Relativamente rara	0.4
Común	0.2
Muy común	0.1

Tomamos como indicador del impacto al Porcentaje de la Densidad de la Vegetación (PDV), ponderado en función del estatus de los individuos de las especies presentes en la comunidad.

$$PDV = \frac{100}{S_t} \sum_1^n S_i * K$$

En el presente estudio  $S_t$  representa el número de especies considerados, esto es, un valor calculado con base en la riqueza encontrada en distintos trabajos en Nuevo León y  $S_i$ , el número de especies encontradas en cada cuadrante evaluado en el matorral submontano.

Para calcular el PDV fue necesario desarrollar diversas evaluaciones de la vegetación. Primeramente se generó un listado de las especies que se encuentran representadas en la

comunidad del matorral submontano de la Sierra de Picachos. Los ejemplares botánicos colectados fueron depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Así mismo fue aplicado el método del área mínima con el objetivo de determinar la superficie mínima de muestreo, la cual está definida como el área más pequeña en la que la composición de especies de la comunidad vegetal está adecuadamente representada. El tamaño depende de la comunidad que se estudia y varía entre amplios límites (Franco-López *et al.* 1985).

Para obtener el área representativa de muestreo, se estableció un cuadro de 1 m \* 1 m, contando las especies vegetales que estaban distribuidas dentro del mismo, posteriormente realizamos un conteo de especies en un cuadro de 25 m<sup>2</sup>, lo que es equivalente, un cuadro de 5 m \* 5 m, más tarde en un cuadro de 10 m \* 10 m se contaron las diferentes especies y así sucesivamente se incrementaba el área del cuadrante hasta que el número de especies contenidas en dicha área fuese constante, es decir que no se presentase un incremento en el número de especies por unidad de área.

Este fue comparado con los valores empíricos de evaluación de comunidades vegetales de Müeller-Dombois *et al.* (1974) (Tabla 2).

Tabla 2.- Valores empíricos propuestos por Müeller-Dombois *et al.*, (1974).

<b>Comunidad Vegetal</b>	<b>Valor Empírico</b>
Bosque (estrato arbóreo)	de 200 a 500 m <sup>2</sup>
Bosque (estrato herbáceo)	de 50 a 200 m <sup>2</sup>
Pastizal seco	de 30 a 100 m <sup>2</sup>
Matorral	de 10 a 25 m <sup>2</sup>
Comunidades de musgo	de 1 a 4 m <sup>2</sup>
Comunidades de líquenes	de 0.1 a 1 m <sup>2</sup>

Una vez determinada el área mínima para la evaluación de la vegetación, fue implementado el método del cuadrante de Bowner y Zar (1977), con el cual determinamos la densidad de las especies dentro del área muestreada; así mismo fue generado un listado de las especies identificadas en los cuadrantes evaluados en cada comunidad.

La unidad de medida fue porcentual y la determinación del valor del índice de Calidad Ambiental, fue obtenido utilizando la Función de Transformación de la Densidad de la Vegetación (Figura 7) de tipo logarítmico donde  $y = 0.3158 \ln(\text{PDV}) - 0.4568$ . Dicha ecuación describe la relación de la vegetación de acuerdo a la densidad de la vegetación ponderada por el estatus de las especies presentes; los valores del índice fluctúan entre 0 y 1, siendo el 1 la mejor y 0 la peor condición.

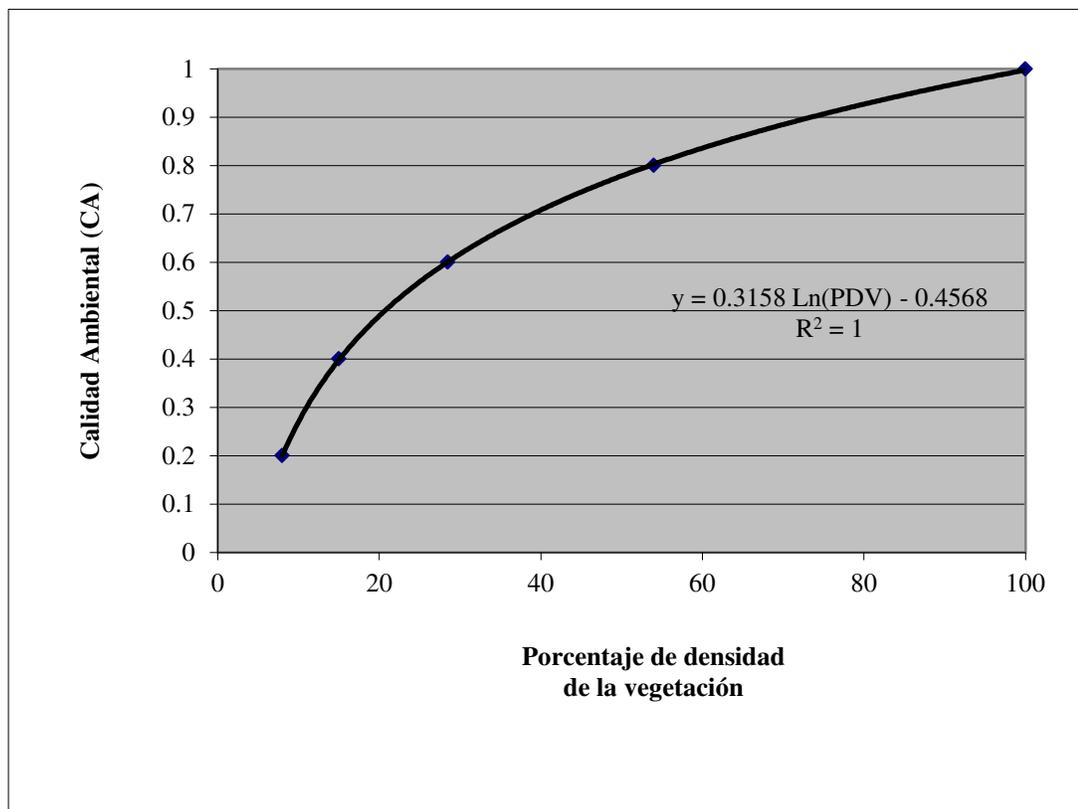


Figura 7.- Función de Transformación de Densidad de la Vegetación

### Índice del Valor Ecológico del matorral submontano de la Sierra de Picachos

Para evaluar este índice, se consideró como indicador del impacto al valor ecológico (VE) determinado en función de su calidad y abundancia mediante la ecuación.

$$VE = \frac{a * b + c + 3d}{e} + 10 (f + g)$$

Los datos generales para la asignación de valor a las variables utilizadas en la fórmula, fueron obtenidos de la Tabla 3. La respuesta general de las variables en función de un factor que afecte o presente un efecto adverso a la comunidad bajo estudio resultará en un decremento del valor de la variable de su valor.

Tabla 3.- Datos generales del Valor Ecológico.

Variable	Símbolo	Valor
Riqueza de aves	a	Muy abundante 5
		Abundante 4
		Medianamente abundante 3
		Escaso 2
		Muy escaso 1
Diversidad de especies de aves	b	Excepcional 5
		Alta 4
		Aceptable 3
		Baja 2
Número de especies protegidas (NOM-059) (NOM-059-SEMARNAT-2010)	c	Uniformidad faunística 1
		De 0 a 10

<b>Variable</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>	
		Excepcional	5
		Alta	4
Diversidad florística	d	Aceptable	3
		Baja	2
		Uniformidad florística	1
		Muy abundante	5
		Abundante	4
Superficie cubierta por tipo de vegetación	e	Medianamente abundante	3
		Escaso	2
		Muy escaso	1
		Muy raro	5
		Raro	4
Rareza de la comunidad	f	Relativamente raro	3
		Común	2
		Muy común	1
		Si	5
Endemismos	g	No	0

Para la estimación del valor ecológico, cabe resaltar que fueron considerados el grupo de aves y plantas, ya que estos son grupos de organismos que responden de manera sensible a los cambios y/o modificaciones en el ambiente, y estos cambios pueden ser evaluados en función de la abundancia y diversidad de las especies de estos grupos presentes en un sitio. Las variables f y g son excluyentes.

Para la determinación de la abundancia de especies de aves, variable “a”, se consideró el número de avistamientos mensuales de las especies de aves a lo largo del muestreo. Dicho muestreo se llevó a cabo mediante salidas a cinco sitios distribuidos a lo largo de

la Sierra de Picachos. Las salidas fueron realizadas por estación por un periodo de 2 años, de Enero de 2004 a Diciembre de 2005, visitando de manera formal 4 veces al año cada uno de los 5 sitios determinados. Los recorridos en cada uno de los 5 sitios se realizó con un horario vespertino de las 7:00 am a 14 hrs. en el matorral submontano de la Sierra de Picachos, el equipo utilizado fue binoculares y guías de campo como las de Howell y Webb (1995), Peterson (1998), National Geographic (2002) y Sibley (2003).

Se generó un listado de las especies identificadas en el matorral submontano de la Sierra de Picachos. Las especies identificadas fueron revisadas contra la literatura que precisa la identificación de especies en esta comunidad vegetal y equivalentes ecológicos así como la riqueza ornitofaunística en general con la que cuenta el Estado de Nuevo León. Con estos datos se generó un valor que representó el número total de avistamientos de las especies en el sitio bajo estudio, un valor porcentual mediante el cual se asignó un valor de acuerdo a la Tabla 3 para la abundancia (riqueza) de especies de aves.

La variable “b” que representa la diversidad de especies de aves encontradas en la comunidad bajo estudio, fue determinada con base en la comparación de la diversidad de aves encontradas en trabajos relacionados con el mismo tipo de vegetación o equivalentes ecológicos en el estado de Nuevo León.

El valor de “c”, que representa el número de especies protegidas, se obtuvo mediante un valor porcentual donde el número total de especies de aves identificadas por comunidad representa al 100% y su valor en caso de que todas estuvieran bajo un estatus de protección correspondería a 10, cuyo caso extremo sería 0 si ninguna de las especies estuviese bajo protección. De manera proporcional se obtuvo el valor de “c” considerando las especies bajo algún estatus de protección de acuerdo a la normatividad mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010), además de considerar el criterio sugerido por Contreras-Balderas *et al.* (1995) para cada especie (Tabla 4), el cual es un criterio regional, establecido con base en información generada para el estado de Nuevo León.

Tabla 4.- Estatus de protección ambiental de las Aves.

<b>Estatus</b>	<b>NOM-059*</b>	<b>Contreras-Balderas**</b>
Probablemente extintas	E	EX
Peligro de extinción	P	EP
Amenazada	A	A
Protección especial	Pr	PE
Rara	---	R
Vulnerable	---	V
Endémicas	---	E
Nativas	---	N
Introducidas	---	I

\*: NOM-059-SEMARNAT-2010

\*\*.: Contreras-Balderas (1995)

La diversidad del tipo de vegetación, representada por la variable “d”, se determinó mediante la comparación de la diversidad presente en el matorral submontano de la Sierra de Picachos con los trabajos de investigación realizados en el estado de Nuevo León por distintos autores como: Rojas-Mendoza (1965), Sánchez-Vega (1967), Moya-Rodríguez (1982), Rzedowski (1978), Valdez-Tamez (1981), Briones-Villarreal (1991), Alanís-Flores *et al.* (1995), Alanís-Flores *et al.* (1996a) Alanís-Flores *et al.* (1996b), Nájera-Sánchez (1997), Hori-Ochoa (1998), García-Aranda (1996), Treviño *et al.* (2001), Canizales-Velázquez *et al.* (2009), Estrada-Castillón *et al.* (2011), Salinas-Rodríguez *et al.* (2013), Flores-Maldonado *et al.* (2012), Flores-Maldonado y Ramos-Silva (2008) y Moreno-Talamantes (2013).

La variable “e”, que hace referencia a la superficie cubierta por tipo el de vegetación, la cual fue calculada para cada comunidad que integra la Sierra de Picachos. La superficie que ocupa cada tipo de vegetación fue determinada mediante la clasificación de la vegetación de una imagen de satélite tipo Landsat-8. Para la clasificación de la imagen, fue necesaria la georreferenciación de puntos de verificación mediante el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS) en las distintas comunidades vegetales que componen la Sierra. La clasificación de la imagen se llevó a cabo utilizando una imagen

de satélite Landsat 8 que contiene 2 sensores: OLI (Operational Land Image) y TIRIS (Thermal Infrared Sensor), con path y row 28-42 del 18 de marzo de 2014, con número de identificación LC80280422014077LGN00, cortesía del U.S. Geological Survey. El método para la clasificación de la imagen Landsat 8 OLI utilizado en este trabajo fue de clasificación supervisada, en donde se requiere de un conocimiento *a priori* de las clases de vegetación o usos del suelo presentes en el área a clasificar, generando sobre la imagen áreas de entrenamiento (áreas muestra), éstas son grupos de píxeles que representan áreas reconocibles del terreno. El software utilizado fue ERDAS IMAGINE versión 2011. Los niveles de clasificación de los tipos de cobertura terrestre en el área de estudio, fueron establecidos *a priori* con base en la información de las visitas de campo.

El proceso de clasificación supervisada utilizado en este trabajo puede dividirse en los siguientes subprocesos (Swain y Davis 1978, Richards 1993):

1. Realce de las imágenes de satélite. Que permite mejorar el contraste de la imagen, resaltando los aspectos que se buscan clasificar.
2. Selección de los campos de entrenamiento y extracción de firmas espectrales. En esta etapa se entrena al software usando áreas o campos de entrenamiento, es decir zonas en la imagen en donde se conoce el tipo de cobertura terrestre existente. De los campos de entrenamiento se extraen las firmas espectrales de los objetos presentes en la imagen. Las firmas espectrales representan las estadísticas de cada banda espectral de la imagen que se encuentran dentro de los campos de entrenamiento. Las firmas espectrales fueron comparadas entre sí para determinar la separabilidad de las mismas, de tal manera que los diferentes tipos de vegetación o usos del suelo pudieran ser separados.
3. Clasificación de las imágenes. Cada píxel fue analizado independientemente en base a una regla de decisión o algoritmo, para el proceso de clasificación de la imagen se utilizó el Clasificador Bayesiano de Máxima Verosimilitud, que asume que el comportamiento en los histogramas de datos de las firmas espectrales tiene una distribución normal, la regla de decisión se basa en calcular la probabilidad de que un píxel pertenezca a una clase en particular, teniendo un conocimiento *a priori* de que las probabilidades no son iguales para todas las clases reconocidas. El resultado de la

clasificación es una imagen mostrando las diferentes clases de uso del suelo y vegetación de la zona de estudio.

La superficie obtenida a partir de la clasificación de la imagen para cada comunidad fue comparada con la superficie potencial de distribución de cada tipo de vegetación en función del rango de distribución altitudinal a la cual fue localizada la comunidad representativa. Con el uso de un modelo digital de elevación se calculó la superficie (ha) que se encuentra entre los 400 y 900 m.s.n.m. la cual es el área de distribución para el matorral submontano en la Sierra de Picachos.

El criterio seguido para la determinación del valor a la variable “e”, consideró un valor máximo de “5” que representa el 100% de la cobertura por tipo de vegetación, mientras que el valor mínimo “1” representa una cobertura menor al 20% (Tabla 5).

Tabla 5.- Determinación del Valor Porcentual.

<b>Porcentaje</b>	<b>Valor asignado</b>
0-20	1
20-40	2
40-60	3
60-80	4
80-100	5

En el caso de la rareza, “f”, se consideró la representatividad de los tipos de vegetación en el estado de Nuevo León, además de criterios ecológicos como el rango de distribución y asociaciones presentes por tipo de vegetación. La variable “g” hace referencia a la presencia de especies endémicas referidas a la comunidad evaluada en la Sierra de Picachos.

La unidad de medida del Índice del Valor Ecológico vendrá expresada como un rango adimensional de 1 a 100. De la expresión anterior se deduce que la unidad de medida será porcentual. La determinación del valor del índice se obtiene utilizando la Función de Transformación del Valor Ecológico (Figura 8) de tipo logarítmica, donde,  $y = 0.4031 \ln(\text{VE}) - 0.8664$ . Dicha ecuación describe la relación del valor ecológico de la comunidad ponderada por el estatus de calidad ambiental, con valores del índice en una escala de 0 a 1, siendo el 1 lo mejor y 0 la peor condición.

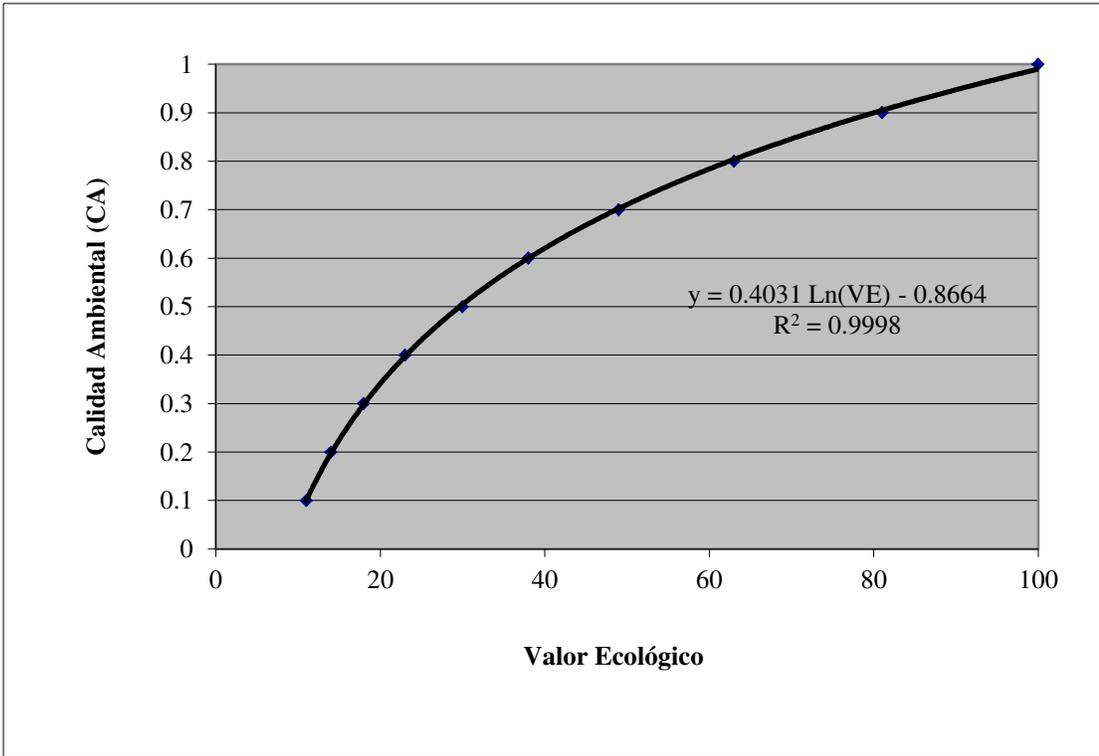


Figura 8.- Función de Transformación del Valor Ecológico

## **Índice de Valoración del Paisaje del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

Es frecuente encontrar que trabajos de investigación actuales, los autores realicen una síntesis geográfica referida a una determinada área, el paisaje, el cual se define como una asociación de formas, naturales y culturales que se localizan en la superficie terrestre.

Para integrar el paisaje natural, concurren climas, condiciones geográficas, el suelo, el drenaje, los recursos del subsuelo, las características del mar en la costa, la vegetación y la fauna, además de las condiciones demográficas de la población humana, la forma de su habitación, su actividad productiva y las comunicaciones para el caso del paisaje cultural (Tamayo 1987).

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales. Uno de ellos considera el paisaje total e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplando a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes y vivos. El otro enfoque considera el paisaje visual como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. En este enfoque el paisaje interesa como expresión espacial y visual del medio.

Basado en lo anterior, para evaluar el paisaje se consideró:

- La visibilidad, es decir el territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinado.
- La calidad paisajística, la cual incluye tres elementos de percepción, las características intrínsecas del punto, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico. Asimismo la calidad puede estimarse de forma directa sobre la globalidad del paisaje, (estimación subjetiva), influyendo en la misma alguna de sus características o componentes del paisaje.
- La fragilidad, se refiere a la capacidad del paisaje, para absorber los cambios que se produzcan en él y esta conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos.

- La frecuentación humana, es decir la incidencia de la población humana en la calidad del paisaje, tomando en cuenta núcleos urbanos, puntos escénicos, zonas con población temporal, localizadas dentro de la zona de visibilidad.

Es importante mencionar que para desarrollar la evaluación del IP, se utilizó el Valor Relativo ( $V_R$ ) como indicador del impacto. La determinación del método se realizó a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor en función de una escala de rango o de orden, sin desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéticas.

Para esto, se utilizó una escala universal de valores absolutos, ( $V_a$ ) propuesta por Fines en Conesa-Fernández-Vítora (1996) (Tabla 6), que mediante el establecimiento de una malla de puntos de observación en los que se evalúan las vistas, se obtiene el valor de la unidad paisajística ( $V_a$ ) para cada comunidad.

Tabla 6. Escala de Valor Absoluto

<b>Paisaje</b>	<b>Va</b>
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Distinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

El valor obtenido es corregido en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de éstas, a la población de observadores y a la accesibilidad a los puntos de observación ( $K$ ).

Las localidades contempladas para el estudio se muestran en la Tabla 7. El indicador del paisaje es el Valor Relativo ( $V_R$ ) y está en función del valor absoluto ( $V_a$ ) de la comunidad y el factor de corrección ( $k$ ).

$$V_R = K * V_a$$

siendo 
$$K = 1.125 \frac{(P)}{d} * A_c * S$$

dónde:

$P$  = Valor en función del tamaño medio de las poblaciones próximas (Tabla 7).

$d$  = Valor en función de la distancia media en Km., a las poblaciones próximas (Tabla 7).

$A_c$  = Accesibilidad a los puntos de observación o a la cuenca visual (Inmediata 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1, Inaccesible 0).

$S$  = Superficie desde la que es percibida la actuación (cuenca visual) función del número de puntos de observación (Muy grande 4, Grande 3, Pequeña 2, Muy pequeña 1).

Tabla 7. Valores medios de población y distancia

<b>Nº de habitantes</b>	<b>P</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>d</b>
1 - 1000	1	0 - 1	1
1000 - 2000	2	1 - 2	2
2000 - 4000	3	2 - 4	3
4000 - 8000	4	4 - 6	4
8000 - 16000	5	6 - 8	5
16000 - 50000	6	8 - 10	6
50000 - 100000	7	10 - 15	7
100000 - 500000	8	15 - 25	8
500000 - 1000000	9	25 - 50	9
> 1000000	10	> 50	10

El valor relativo del paisaje, acorde con el modelo descrito, esta expresado como un rango adimensional de 0 a 100. Para obtener el IP se hizo uso de la siguiente ecuación de regresión  $y = 0.2595 \ln(V_R) - 0.2012$ . Esta ecuación está representada en la Función de Transformación del Valor Relativo (Figura 9), la cual muestra la relación logarítmica entre el índice de calidad ambiental y el valor relativo.

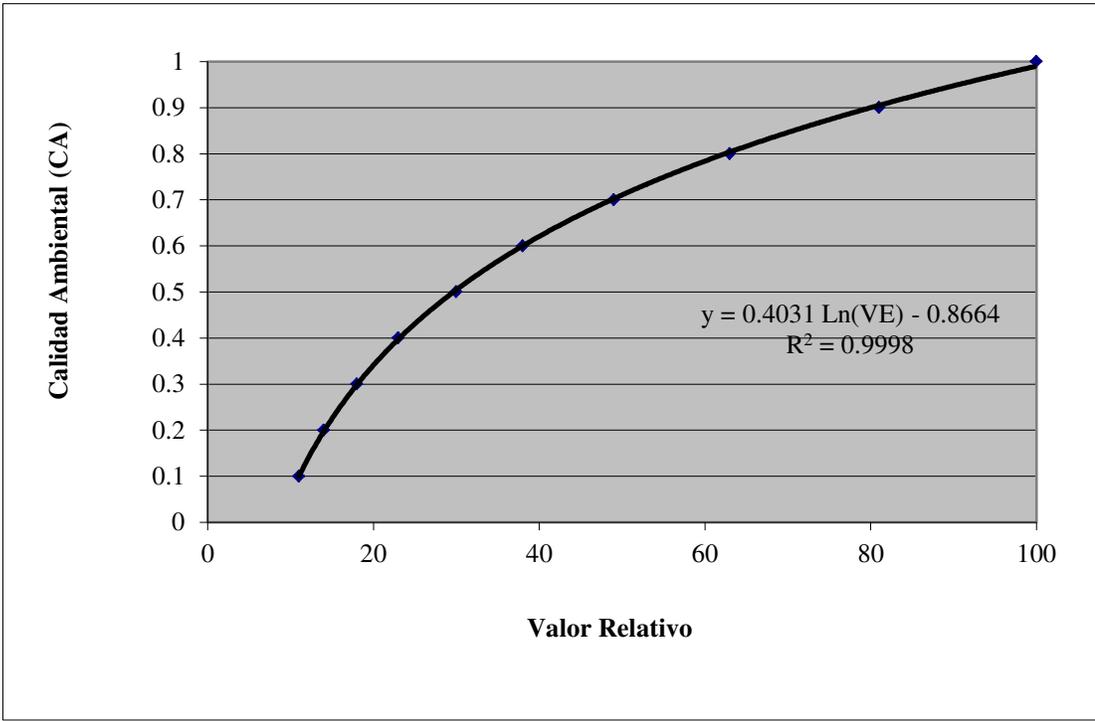


Figura 9.- Función de Transformación del Valor del Paisaje

## **Índice de la Condición de Desarrollo Vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

En ocasiones es difícil definir los límites precisos entre la vegetación primaria y la secundaria, pues el grado de la alteración causada por el hombre puede ser leve y sólo afectar algunas especies o algunos estratos de la comunidad clímax, sin que esta se desvirtúe por completo (Rzedowski 1978).

Para determinar las especies primarias del matorral submontano fue necesario cotejar con trabajos afines desarrollados en el Noreste de México y en específico para Nuevo León contra la riqueza vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos.

Los trabajos considerados para la comparación de especies fueron los de Rojas-Mendoza (1965), Sánchez-Vega (1967), Moya-Rodríguez (1982), Rzedowski (1978), Valdez-Tamez (1981), Briones-Villarreal (1991), Alanís-Flores *et al.* (1995), Alanís-Flores *et al.* (1996a), Alanís-Flores *et al.* (1996b), Nájera-Sánchez (1997), Hori-Ochoa (1998), García-Aranda (1996), Treviño *et al.* (2001), Canizales-Velázquez *et al.* (2009), Estrada-Castillón *et al.* (2011), Salinas-Rodríguez *et al.* (2013), Flores-Maldonado *et al.* (2012), Flores-Maldonado y Ramos-Silva (2008) y Moreno-Talamantes (2013) quienes presentan en sus investigaciones para el estado de Nuevo León, importantes inventarios donde se representan los tipos de vegetación presentes en el sitio bajo estudio o evaluaciones desarrolladas en comunidades consideradas equivalentes ecológicas.

Así mismo, el listado generado, fue revisado por botánicos y afines con experiencia en campo, como la Biól. Claudia Beatriz Ramos Silva de la Asociación Civil, Especies, Sociedad y Hábitat, A.C., con experiencia en la diversidad vegetal de la Sierra de Picachos, el Dr. Antonio Moreno de la Asociación Civil, Especies, Sociedad y Hábitat, A.C., el Dr. Raúl Antonio Garza Cuevas del departamento de Recursos Naturales del ITESM, Dr. Glafiro Alanís Flores y la Dr. Susana Favela Lara del Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Una vez identificados los elementos primarios presentes en cada comunidad procedimos a evaluar el Índice de Condición de Desarrollo Vegetal el cual se obtiene mediante la ecuación que calcula el indicador CDV para determinar el porcentaje de la condición de desarrollo vegetal.

$$CDV = \frac{100}{S_t} \sum_1^n S_i (Kd)$$

dónde:

$S_t$  = Número de individuos totales

$S_i$  = Número de individuos por cuadrante

$Kd$  = Condición de desarrollo considerando la fracción de especies primarias de cada sitio con respecto a su total de especies.

El índice es una calificación de la proporción de especies primarias con respecto a los totales. La determinación del valor del índice se obtiene utilizando la función de transformación (Figura 10). El valor del indicador del impacto (CDV) es utilizado para el cálculo de la función de tipo logarítmica, donde  $y = 0.3158 \ln(CDV) - 0.4568$ .

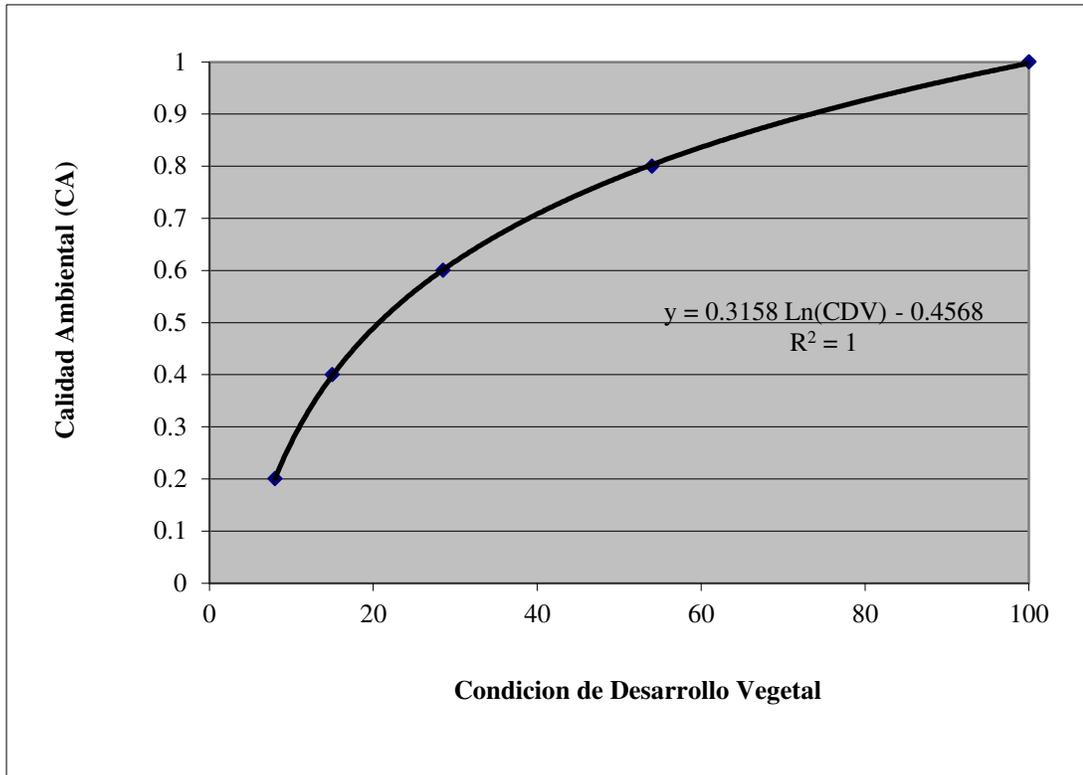


Figura 10. Función de Transformación de la Condición de Desarrollo Vegetal

## **Establecer la riqueza y diversidad de las plantas y ornitofauna del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

Mediante la completitud del muestreo florístico, se buscó estimar la representatividad del esfuerzo de colecta en campo, con el cual, podamos tener una mayor certidumbre sobre la riqueza florística del sitio. Para este ejercicio, utilizamos Estimadores No Paramétricos de la diversidad (Moreno y Halffter, 2001), los cuales no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado (Colwell y Coddington, 1994), además de requerir solamente datos de presencia-ausencia, particularmente, de la gama disponible de modelos matemáticos, elegimos a Chao2, Jackknife de primer y segundo orden y Bootstrap. Dichos, estimadores se corrieron en modulo específico del software PAST (Hammer et al., 2001). Una vez obtenidos estos datos, se obtuvo el Índice de Completitud (Moreno y Halffter, 2000), el cual describe la relación entre el número de especies observadas y el número de especies estimadas. Este valor puede expresarse en porcentaje, indicándonos la representatividad de la riqueza específica. Esta información nos ofrece un soporte sobre las inferencias derivadas de los posteriores análisis de la diversidad, en lo referente a la estructura y composición, estén apegados a la realidad ecológica del sitio.

Los datos provenientes del trabajo de campo, serán utilizados para la determinación del nivel del inventario a través de estimadores no paramétricos de Chao 2, Jackknife de Primer y Segundo orden y Bootstrap:

Chao

$$\text{Chao 2} = S + \frac{L_1^2}{2M_2}$$

Dónde:

S: Número total de especies observadas en toda las muestras llevadas al pool y, L1 = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”) M2 = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (Moreno, 2001).

Jacknife de primer

$$S_{Jack1} = S + L \frac{m-1}{m}$$

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L) (Moreno, 2001).

Jacknife de segundo orden

$$S_{Jack2} = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$$

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra así como en el número de especies que ocurren en dos muestras (Moreno, 2001).

Boostrap.

$$\text{Boostrap} = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Este estimador de la riqueza de especies se basa en  $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie  $j$  (Moreno, 2001). Para el análisis de estos estimadores, recurrimos al programa EstimateS 9.1.0. (Colwell, 2013).

Finalmente, se determinó el nivel de completitud (Moreno y Halffter, 2000), para cada uno de los cuadrantes donde se desarrolló trabajo de campo.

$$IC = \left( \frac{SppObs}{SppEst} \right)$$

Dónde:

IC: Índice de completitud y, Spp.Obs: son las especies observadas para el área de análisis y, Spp.Est: son las especies estimadas para el promedio de los cuatro estimadores utilizados.

Revisión y análisis de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

El listado florístico obtenido, fue cotejado con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), para identificar aquellas especies que se encuentran catalogadas dentro de alguna de éstas categorías.

## Diversidad de especies

El índice de Shannon o índice de Shannon-Wiever se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

dónde:

$S$  – número de especies (la riqueza de especies)

$p_i$  – proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):

$$\frac{n_i}{N}$$

$n_i$  – número de individuos de la especie  $i$

$N$  – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)

## RESULTADOS

### Índice de la densidad de la vegetación del matorral submontano de la Sierra de Picachos

Para el desarrollo de este índice se evaluó información básica, como el valor del área mínima, la cual se estimó en 20 m \* 20 m es decir 400 m<sup>2</sup>, de acuerdo a los valores obtenidos (Tabla 8).

Tabla 8.- Valores del área mínima.

Superficie (m <sup>2</sup> )	Número de especies
1	3
25	8
100	23
225	32
400	32

Una vez obtenida el área mínima a muestrear y con el listado de la vegetación generado para la identificación de los elementos vegetales que conforman el matorral submontano de la Sierra de Picachos (Tabla 9). Fueron evaluados 24 cuadrantes en la comunidad vegetal bajo estudio, la ubicación de los cuadrantes muestreados está incluida en la Figura 11.

De manera general fueron identificadas en el matorral submontano de la Sierra de Picachos un total de 214 especies (Tabla 9) de las cuales fueron identificadas en los cuadrantes evaluados en dicha comunidad vegetal 86 especies. En la Tabla 10 está incluida la relación de las especies colectadas e identificadas en cada uno de los cuadrantes para el matorral submontano de la Sierra de Picachos. En la Tabla 11 está incluida la relación de las especies y el número de individuos por especie, identificadas, en cada uno de los 24 cuadrantes evaluados en el matorral submontano de la Sierra de Picachos. Para la revisión de la validez del nombre taxonómico o sinonimia fue utilizada

la base de datos de The Plant List Versión 1 (2010), The International Plant Names Index (2012), y el International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code 2006).

Tabla 9. Listado de especies de plantas identificadas en el matorral submontano de la Sierra de Picachos

No.	Especie
1	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring
2	<i>Commelina coelestis</i> Willd.
3	<i>Commelina erecta</i> L.
4	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.
5	<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.
6	<i>Tradescantia</i> sp. L.
7	<i>Cyperus</i> sp. L.
8	<i>Aristida longiseta</i> Steud.
9	<i>Chondrosium trifidum</i> (Thurb.) Clayton
10	<i>Chondrosium hirsutum</i> (Lag.) Sweet
11	<i>Bouteolua</i> sp. Lag.
12	<i>Bouteloua curtispindula</i> (Michx.) Torr.
13	<i>Briza</i> sp. L.
14	<i>Cenchrus spinifex</i> Cav.
15	<i>Chloris</i> sp. Sw.
16	<i>Eleusine</i> Gaertn.
17	<i>Eragrostis</i> sp. von Wolf
18	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.
19	<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.
20	<i>Setaria</i> sp. Beauv.
21	<i>Sporobulus</i> sp. R. BR.
22	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.
23	<i>Agave lophantha</i> Schiede.
24	<i>Hesperaloe parviflora</i> (Torr) Coult.
25	<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britt.
26	<i>Yucca carnerosana</i> Trel.
27	<i>Yucca filifera</i> Chabaud
28	<i>Smilax bona-nox</i> L.
29	<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.
30	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.
31	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.

No.	Especie
32	<i>Artemisia absinthium</i> L.
33	<i>Artemisia ludoviciana</i> (Willd. ex Spreng.) Keck
34	<i>Brickellia laciniata</i> Gray
35	<i>Calyptocarpus vialis</i> Less.
36	<i>Cirsium texanum</i> Buckl.
37	<i>Dichaetophora campestris</i> Gray
38	<i>Erigeron modestus</i> Gray
39	<i>Gnaphalium</i> sp. L.
40	<i>Gnaphalium americanum</i> Mill
41	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.
42	<i>Helianthus annuus</i> L.
43	<i>Hymenoxys</i> sp. Gray
44	<i>Melampodium cinereum</i> DC.
45	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.
46	<i>Sanvitalia ocymoides</i> DC.
47	<i>Packera sanguisorboides</i> (Rydb.) W.A. Weber & A. Löve
48	<i>Sida abutifolia</i> P. Mill.
49	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
50	<i>Tamaulipa azurea</i> (DC.) King & H.E. Robins.
51	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E. Haglund
52	<i>Thymophylla acerosa</i> (DC.) Strother
53	<i>Thymophylla pentachaeta</i> (DC.) Small
54	<i>Wedelia acapulcensis</i> Kunth.
55	<i>Wedelia texana</i> (Gray) B.L. Turner
56	<i>Lobelia berlandieri</i> A. DC.
57	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.
58	<i>Ehretia anacua</i> (Teran & Berl.) I.M. Johnston
59	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murr
60	<i>Omphalodes aliena</i> A. Gray
61	<i>Hedeoma drummondii</i> Benth.
62	<i>Monarda fistulosa</i> (Graham) Fern.
63	<i>Monarda</i> sp. L.
64	<i>Physostegia</i> sp. Benth.
65	<i>Polionintha longiflora</i> Gray
66	<i>Salvia ballotaeiflora</i> Benth.
67	<i>Salvia lycioides</i> Gray
68	<i>Salvia microphylla</i> Benth.

No.	Especie
69	<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Schauer) Nutt.
70	<i>Lantana camara</i> L.
71	<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.
72	<i>Lantana velutina</i> Mart. & Gal.
73	<i>Lantana canescens</i> Kunth.
74	<i>Lippia graveolens</i> Kunth
75	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene
76	<i>Verbena</i> sp. L.
77	<i>Plantago major</i> L.
78	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.
79	<i>Randia obcordata</i> S.Watson
80	<i>Justicia spicigera</i> Schlect.
81	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & Gray) Urban
82	<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet
83	<i>Fraxinus greggii</i> Gray.
84	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M. Johnston
85	<i>Mecardonia procumbens</i> (P. Mill.) Small
86	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.
87	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.
88	<i>Ipomoea</i> sp. L.
89	<i>Ipomoea lindheimeri</i> Gray
90	<i>Cuscuta</i> sp. L.
91	<i>Capsicum annum</i> L.
92	<i>Datura stramonium</i> L.
93	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal.
94	<i>Margaranthus solanaceus</i> Schlecht.
95	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.
96	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.
97	<i>Solanum rostratum</i> Dunal
98	<i>Alternanthera</i> sp. Forsk.
99	<i>Guilleminea</i> sp. Kunth.
100	<i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw.
101	<i>Echinocactus texensis</i> Hopffer
102	<i>Echinocereus enneacanthus</i> Engelm.
103	<i>Ferocactus</i> sp. Britt. & Rose
104	<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpfordt
105	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck

No.	Especie
106	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M.Knuth
107	<i>Dysphania ambrosioides</i> L.
108	<i>Mirabilis longiflora</i> L.
109	<i>Allionia incarnata</i> L.
110	<i>Rivina humilis</i> L.
111	<i>Portulaca pilosa</i> L.
112	<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.
113	<i>Polanisia dodecandra</i> (L.) DC.
114	<i>Polanisia</i> sp. Raf.
115	<i>Diospyros texana</i> Scheele
116	<i>Sideroxylon lanuginosum</i> Michx
117	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth
118	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Briz.
119	<i>Malva</i> sp. L.
120	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke
121	<i>Marrubium vulgare</i> L.
122	<i>Waltheria indica</i> L.
123	<i>Anagallis arvensis</i> L.
124	<i>Salix</i> sp. L.
125	<i>Passiflora</i> sp. L.
126	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex J.A. Schultes
127	<i>Quercus canbyi</i> Trel.
128	<i>Quercus laceyi</i> Small.
129	<i>Quercus polymorpha</i> Schlecht. & Cham.
130	<i>Quercus rysophylla</i> Weath.
131	<i>Quercus virginiana</i> P. Mill.
132	<i>Platanus occidentalis</i> L.
133	<i>Carya ovata</i> (Mill.) K. Koch
134	<i>Juglans microcarpa</i> Berl.
135	<i>Celtis laevigata</i> Willd.
136	<i>Celtis pallida</i> Torr.
137	<i>Ulmus crassifolia</i> Nutt.
138	<i>Urtica</i> sp. L.
139	<i>Argemone mexicana</i> L.
140	<i>Argemone sanguinea</i> Greene
141	<i>Mahonia trifoliolata</i> (Moric.) Fedde
142	<i>Clematis drummondii</i> Torr. & Gray

No.	Especie
143	<i>Desmodium psilophyllum</i> Schlecht.
144	<i>Ranunculus fascicularis</i> Muhl. ex Bigelow
145	<i>Coriandrum sativum</i> L.
146	<i>Schaefferia cuneifolia</i> Gray.
147	<i>Acalypha monostachya</i> Cav.
148	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.
149	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.
150	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton
151	<i>Croton torreyanus</i> Muell. Arg.
152	<i>Croton incanus</i> Kunth
153	<i>Euphorbia lathyris</i> L.
154	<i>Euphorbia brachycera</i> Engelm.
155	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr.
156	<i>Euphorbia wrightii</i> Torr. & Gray
157	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex.Cerv.
158	<i>Ricinus communis</i> L.
159	<i>Acacia rigidula</i> Benth.
160	<i>Acacia berlandieri</i> Benth.
161	<i>Acacia greggii</i> Gray
162	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.
163	<i>Caesalpinia mexicana</i> Gray
164	<i>Cassia lindheimeriana</i> Scheele
165	<i>Cercidium macrum</i> I.M.Johnst.
166	<i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin
167	<i>Dalea</i> sp. L.
168	<i>Dalea nana</i> Torr. ex Gray
169	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berl.) Barneby & Grimes
170	<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele
171	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britt. & Rose
172	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit
173	<i>Lupinus texensis</i> Hook
174	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Urban
175	<i>Mimosa malacophylla</i> Gray
176	<i>Myrospermum sousanum</i> Delgado & M.C.Johnston
177	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.
178	<i>Senna lindheimeriana</i> (Scheele) Irwin & Barneby
179	<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC

No.	Especie
180	<i>Cevallia sinuata</i> Lag.
181	<i>Oxalis</i> sp. L.
182	<i>Oxalis corniculata</i> L.
183	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth.
184	<i>Heimia salicifolia</i> (Kunth) Link
185	<i>Oenothera</i> sp. L
186	<i>Mascagnia macroptera</i> (Moc. Et. Sessé) Nied.
187	<i>Krameria ramossisima</i> (Gray) S. Wats.
188	<i>Ceanothus coeruleus</i> L.
189	<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnston
190	<i>Rhamnus humboldtiana</i> Willd. ex Schult.
191	<i>Ziziphus obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & Gray) Gray
192	<i>Vitis cinerea</i> (Engelm.) Millard
193	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
194	<i>Zexmenia</i> sp. La Llave
195	<i>Sedum greggii</i> R.T. Clausen
196	<i>Cucurbita foetidissima</i> Kunth
197	<i>Phoradendron leucarpum</i> (L.) Mosyakin & Clements
198	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth
199	<i>Helietta parvifolia</i> (Gray ex Hemsl.) Benth.
200	<i>Ptelea trifoliata</i> L.
201	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L) Sarg.
202	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.
203	<i>Ungnadia speciosa</i> Endl.
204	<i>Castela erecta</i> (Torr. & Gray) Cronq.
205	<i>Porlieria angustifolium</i> (Engelm.) A. Gray
206	<i>Asplenium resiliens</i> Kunze
207	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
208	<i>Phanerophlebia umbonata</i> Underwood
209	<i>Cheilanthes alabamensis</i> (Buckl.) Kunze
210	<i>Cheilanthes tomentosa</i> Link.
211	<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) Andrews & Windham
212	<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) Benham & Windham
213	<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weatherby
214	<i>Thelypteris puberula</i> (Baker) Morton

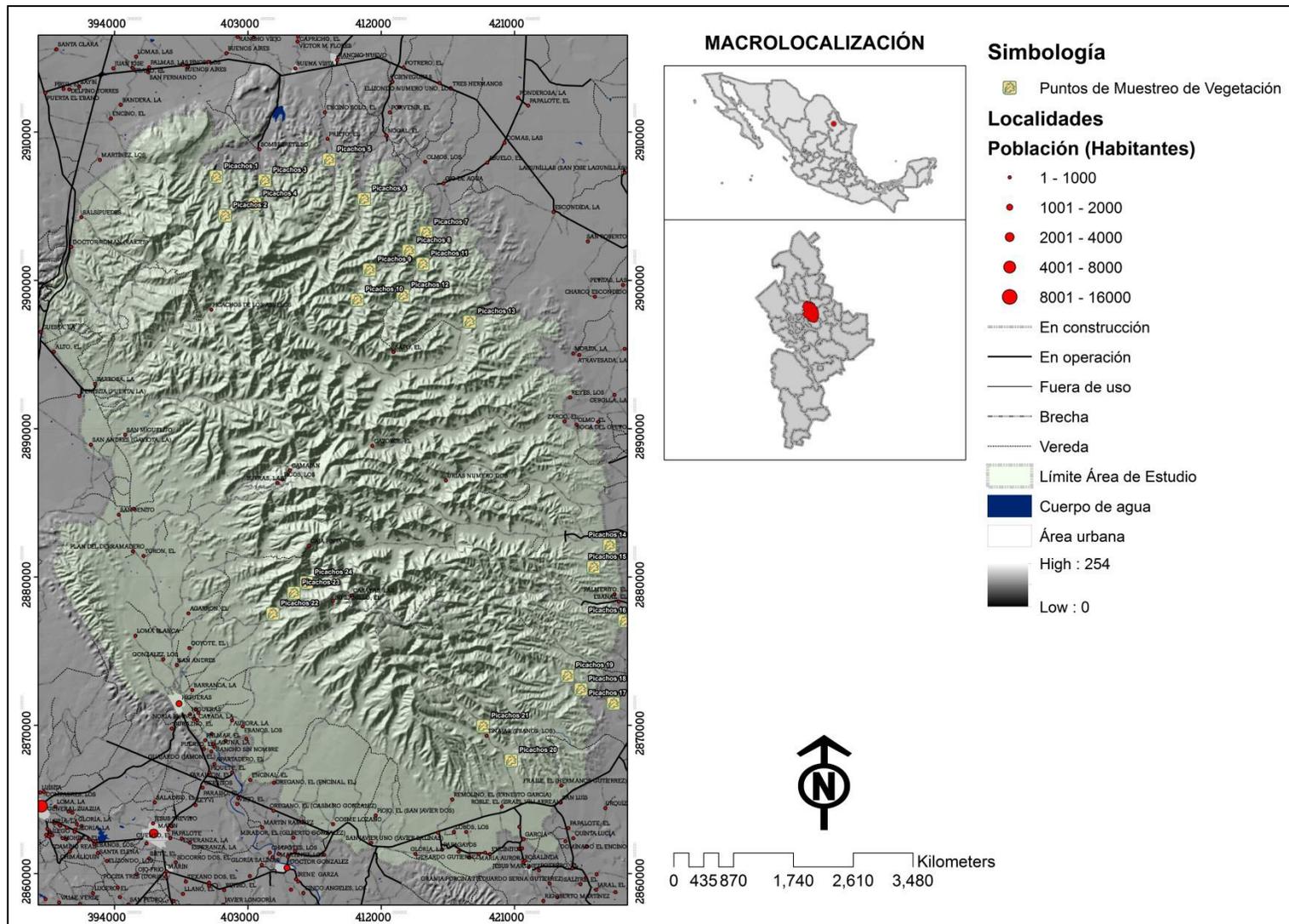


Figura 11. Ubicación de los 24 cuadrantes evaluados

Tabla 10. Lista de especies de plantas identificadas en los cuadrantes evaluados

No.	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	<i>Acacia berlandieri</i> Benth	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	
2	<i>Acacia farnesiana</i> Willd	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	<i>Acacia Greggii</i> Gray	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
4	<i>Acacia rigidula</i> Benth	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
5	<i>Agave lophantha</i> Schiede.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
6	<i>Agave scabra</i> Ortega	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
7	<i>Ancistrocactus scheeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
8	<i>Baccharis glutinosa</i> Pers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
9	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	<i>Bumelia lanuginosa</i> (Michs.) Pers	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	
11	<i>Caesalpinia mexicana</i> Gray	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	<i>Castela texana</i> (T. & G.) Rose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
13	<i>Celtis pallida</i> Torr.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	
14	<i>Cercidium macrum</i> IM. Johnston	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
15	<i>Commelina erecta</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	<i>Condalia ericoides</i> (Gray) M.C. Johnst.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	
17	<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
18	<i>Cordia boissieri</i> D.C.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
19	<i>Coryphanta neglecta</i> Bremer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
20	<i>Coryphanta radians</i> (De Candolle) Br et R.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	<i>Coryphantha neglecta</i> Bremer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	

No.	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
22	<i>Coryphantha nickelsae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	<i>Croton ciliato-glandulosus</i> Ort.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	<i>Croton Torreyanus</i> Muell.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
25	<i>Dalea neomexicana</i> (Gray) Cory.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	<i>Dasyilirion texanum</i> Scheele	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
28	<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
29	<i>Diospyros texana</i> Scheele	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
30	<i>Dyssodia micropoides</i> (DC.) Loes	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) Robins	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
33	<i>Erigeron modestus</i> Gray	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	<i>Eupatorium azureum</i> D.C.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
36	<i>Ferocactus hamatacanthus</i> (Mueh.) Br. et R.	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
37	<i>Forestiera angustifolia</i> Torrey	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
38	<i>Fraxinus Greggii</i> Gray	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
39	<i>Gochnatia hypoleuca</i> D.C.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
40	<i>Hechtia texensis</i> S. Watson	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
41	<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	<i>Hedeoma Drummondii</i> Benth.	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	<i>Hesperaloë funifera</i> ( K.Koch) Trelease	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

No.	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
45	<i>Hesperaloë parviflora</i> (Torr.) Coul.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
46	<i>Hibiscus cardiophyllus</i> Gray	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	<i>Indigophera sufruticosa</i> Mill	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
50	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem et Schul) Zucc.T	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51	<i>Lantana camara</i> L.	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	<i>Lantana macropoda</i> Torr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M. Johnst.	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
54	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
55	<i>Lippia graveolens</i> H.B.K.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
56	<i>Llavea cordifolia</i> Lag	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpfordt	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
58	<i>Mammillaria prolifera</i> (Miller) Haw.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
59	<i>Oenothera speciosa</i> Nutt.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	<i>Opuntia leptocaulis</i> D.C.	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
61	<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
62	<i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
63	<i>Opuntia rastrera</i> Weber	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
64	<i>Bauhinia lunarioides</i> A. Gray ex S. Watson	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	<i>Pithecellobium brevifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1

No.	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
66	<i>Pithecellobium ebano</i> (Berl.) Muller	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	<i>Pithecellobium pallens</i> (Benth) Standl.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
68	<i>Plantago major</i> L.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	<i>Porlieria angustifolia</i> (Engelm.) Gray.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
70	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
71	<i>Quercus rysophylla</i> Weath	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	<i>Rhus Toxicodendron</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	<i>Rhus virens</i> Gray	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
74	<i>Sargentia greggii</i> S. Watts	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook.& Grev.) Spring	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	<i>Selaginella pilifera</i> A. Br.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	<i>Setaria macrostachya</i> H.B.K.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) D. Don	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
80	<i>Tecoma stans</i> (L.)Juss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
81	<i>Mammillaria heyderi</i> (Engelmann) Eng.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
82	<i>Verbena canescens</i> H.B.K.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	<i>Yucca filifera</i> L.	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
84	<i>Yucca Treculeana</i> Carr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
86	<i>Ziziphus obtusifolia</i> A. Gray	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabla 11. Individuos de las especies de plantas identificadas en los cuadrantes evaluados

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>Acacia berlandieri</i> Benth	4		4			2	11		1	2				2		11		5		7				
<i>Acacia farnesiana</i> Willd		7																						
<i>Acacia Greggii</i> Gray																					12	5	4	
<i>Acacia rigidula</i> Benth	13		1	7	78	28	28	17	9	8	8	34	22	23		14	15	53	4	35	14	18	28	
<i>Agave lophantha</i> Schiede.						17										1	7							
<i>Agave scabra</i> Ortega																	12	9		10				
<i>Ancistrocactus scheeri</i>												1							1					
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers																								3
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.		3		12		54																		
<i>Bumelia lanuginosa</i> (Michs.) Pers		7	27	27		27	27			27								1		3			2	
<i>Caesalpinia mexicana</i> Gray							8			2		3												
<i>Castela texana</i> (T. & G.) Rose																			2					
<i>Celtis pallida</i> Torr.	2	11	1																2	5	10	18	6	
<i>Cercidium macrum</i> IM. Johnston																						1	28	
<i>Commelina erecta</i> L.								3																
<i>Condalia ericoides</i> (Gray) M.C. Johnst.		3																			1	11	3	11
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.				1															6	5				

<b>Especie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
<i>Cordia boissieri</i> D.C.	46	28	4	5	65	59	15	2	2	5	145	12	20	9	14	11	29	19	7	86	36	8	37	38
<i>Coryphanta neglecta</i> Bremer																						1		
<i>Coryphanta radians</i> (De Candolle) Br et R.									1															
<i>Coryphantha neglecta</i> Bremer																			1					
<i>Coryphantha nickelsae</i>																								2
<i>Croton ciliato- glandulosus</i> Ort.		14																						
<i>Croton Torreyanus</i> Muell.	1																6			1				
<i>Dalea neomexicana</i> (Gray) Cory.						6																		
<i>Dasyilirion texanum</i> Scheele							10								11									
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd																			3	2		2		
<i>Dichondra repens</i>																							272	
<i>Diospyros texana</i> Scheele		4	3			1												7						
<i>Dyssodia micropoides</i> (DC.) Loes						31																		
<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) Robins						12																		
<i>Echinocereus enneacanthus</i>				4		9		11	3			13							5	2	8	3		1
<i>Erigeron modestus</i> Gray	150	7					300																	
<i>Eupatorium azureum</i> D.C.			14							2														
<i>Eysenhardtia texana</i>																			3	15	3		6	1

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Scheele																								
<i>Ferocactus</i>																								
<i>hamatacanthus</i> (Mueh.) Br. et R.	1					1		1												2	2			
<i>Forestiera angustifolia</i> Torrey																			1	5	3	2	9	1
<i>Fraxinus Greggii</i> Gray																		6		3				
<i>Gochnatia hypoleuca</i> D.C.									2								17							1
<i>Hechtia texensis</i> S. Watson																		6						4
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.									16															
<i>Hedeoma Drummondii</i> Benth.	1	9			35	131	11					10	40	49										
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	73			18		72	87	67	24	48		14	34	33	45	2	17	63	17	127	35		70	35
<i>Hesperaloë funifera</i> ( K.Koch) Trelease																2								
<i>Hesperaloë parviflora</i> (Torr.) Coult.																4								1
<i>Hibiscus cardiophyllus</i> Gray																2								
<i>Indigophera sufruticosa</i> Mill										1														
<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth.	2												4	4										
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	4		1	8	6	133	34	4		1		168	12	14	45			113		19	10	1	9	
<i>Karwinskia</i>																								
<i>humboldtiana</i> (Roem et Schul) Zucc.T	11	16	4	3	31	26	15	13				1	7	9	4	7	3	32	15	14	13	4	16	5
<i>Lantana camara</i> L.	17	3			11	14	13	14				21	55	75	22	50								

<b>Especie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	
<i>Lantana macropoda</i> Torr.																	32	44	5		8	1	38	61	
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M. Johnst.	2			86	1	41				4		3	2		2	2		23	7	11		2	53	16	
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.	13			2		5	3		15							4		1		13					
<i>Lippia graveolens</i> H.B.K.	6					214											13	3		21				8	
<i>Llavea cordifolia</i> Lag				40			18	65																	
<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpfordt				1				12												1	1				3
<i>Mammillaria prolifera</i> (Miller) Haw.																						1			
<i>Oenothera speciosa</i> Nutt.		1																							
<i>Opuntia leptocaulis</i> D.C.	8			2	6	6	2			1		5		1	5	10	6	2	58	40	32	15	22	6	
<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelmann				1																		1			
<i>Opuntia phaeacantha</i> Engelmann	7	5		10	24	35	3	17				54	7	11	3	10	13	24		19	27	25	13	12	
<i>Opuntia rastrera</i> Weber															1	10				23					
<i>Bauhinia lunarioides</i> A. Gray ex S. Watson		3																							
<i>Pithecellobium</i> <i>brevifolium</i>									4										15		17		1	19	
<i>Pithecellobium ebano</i> (Berl.) Muller				5																					
<i>Pithecellobium pallens</i> (Benth) Standl.							4	9		2	3		1	1			8	6						2	
<i>Plantago major</i> L.		51						5																	

<b>Especie</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
<i>Porlieria angustifolia</i> (Engelm.) Gray.		3												2			2			1	1		13	
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.		1																			1		3	3
<i>Quercus rysophylla</i> Weath												1												
<i>Rhus Toxicodendron</i> L.		3																						
<i>Rhus virens</i> Gray			4														50	19		1				36
<i>Sargentia greggii</i> S. Watts		11	2																					
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook.& Grev.) Spring						176	364																	
<i>Selaginella pilifera</i> A. Br.										45														
<i>Setaria macrostachya</i> H.B.K.		1																						
<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag.			1																					
<i>Sphaeralcea</i> <i>angustifolia</i> (Cav.) Don		48																						4
<i>Tecoma stans</i> (L.)Juss																				4				
<i>Verbena canescens</i> H.B.K.					24							16	1											
<i>Yucca filifera</i> L.	1	1		2			1	1		1			2		8	8	8	2	1	1			1	1
<i>Yucca Treculeana</i> Carr.														4										
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.		2	6																5	4	4	1	1	
<i>Ziziphus obtusifolia</i> A. Gray																				4				

El estrato arbóreo del matorral submontano de la Sierra de Picachos está representado por *Hellieta parvifolia* (Barreta), *Acacia rigidula* (Chaparro prieto), *Pithecellobium pallens* (tenaza), *Celtis pallida* (Granjeno), *Zanthoxylum fagara* (Colima), *Condalia hookeri* (Brasil) y en algunas áreas de la Sierra se asocia con *Cordia boissieri* (Anacahuita), *Ebenopsis ebano* (Ebano), *Diospyros texana* (Chapote), *Ehretia anacua* (Anacua) entre otros.

En lo que respecta al estrato arbustivo es común observar especies de *Acacia rigidula* (Chaparro prieto), *Karwinskia humboldtiana* (Coyotillo), *Croton* spp. (Salvia), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo), *Castela erecta* ssp. *texana* (Chaparro amargo), *Jatropha dioica* (Sangre de drago), *Opuntia leptocaulis* (Tasajillo), *Opuntia engelmannii* (Nopal), *Guaiacum angustifolium* (Guayacán), y *Randia rhagocarpa* (Coma loba), siendo estas las más representativas.

Para el estrato herbáceo podemos observar la presencia de *Taraxacum officinale* (Diente de León), *Sonchus oleraceus* (Falso diente de León), *Thymophylla pentachaeta* var. *pentachaeta* (Hierba del torzón), *Euphorbia brachycera* (Golondrina), *Notholaena sinuata* var. *sinuata*, (Helecho), *Bouvardia ternifolia*, (Bovardia), *Echinocereus enneacanthus* (Pitaya de mayo, Pitaya chica), *Hedeoma drummondii* (Menta o Poleo), *Mammillaria heyderi* (Mamilaria), y *Marrubium vulgare* (Manrrubio), entre otras.

Los resultados obtenidos del cálculo del porcentaje de densidad de la vegetación (PDV) por comunidad se muestran en la Tabla 12 para el matorral submontano de la Sierra de Picachos.

Tabla 12. Cálculos para el PDV

No. del cuadrante	Si	K	Si (K)
Cuadrante 1	19	0.4	7.6
Cuadrante 2	25	0.4	10
Cuadrante 3	14	0.4	5.6

No. del cuadrante	Si	K	Si (K)
Cuadrante 4	18	0.4	7.2
Cuadrante 5	11	0.2	2.2
Cuadrante 6	22	0.4	8.8
Cuadrante 7	20	0.2	4
Cuadrante 8	15	0.4	6
Cuadrante 9	8	0.4	3.2
Cuadrante 10	14	0.2	2.8
Cuadrante 11	3	0.2	0.6
Cuadrante 12	14	0.2	2.8
Cuadrante 13	12	0.2	2.4
Cuadrante 14	15	0.2	3
Cuadrante 15	11	0.2	2.2
Cuadrante 16	14	0.4	5.6
Cuadrante 17	16	0.2	3.2
Cuadrante 18	21	0.2	4.2
Cuadrante 19	25	0.4	10
Cuadrante 20	30	0.4	12
Cuadrante 21	20	0.4	8
Cuadrante 22	18	0.4	7.2
Cuadrante 23	21	0.2	4.2
Cuadrante 24	26	0.2	5.2

$$PDV = \frac{100}{St} \sum_1^n Si * K$$

St = 228

Σ Si \* K = 128

PDV = 56.1403

Una vez obtenido el PDV, este valor fue incorporado en la ecuación de transformación de la Densidad de la Vegetación, obteniendo un valor de calidad ambiental de 0.8151 para la comunidad vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos.

### **Índice del Valor Ecológico del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

Para llevar a cabo la estimación del índice del valor ecológico, se realizaron diversas evaluaciones que contemplan las especies de flora y de aves en el matorral submontano, así como el porcentaje de cobertura en la Sierra de Picachos. Con base en las salidas llevadas a cabo al matorral submontano de la Sierra de Picachos, se logró identificar un total de 195 especies de aves y 214 especies de flora. Una relación de las aves identificadas con su estatus de protección por la normatividad mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010) y el criterio de Contreras-Balderas *et al.* (1995) está incluida en la Tabla 13 y un listado de las especies de flora identificadas está incluida en la Tabla 10.

Para la determinación de la abundancia de especies de aves, variable “a”, se consideró el número de avistamientos mensuales de las especies de aves a lo largo del muestreo llevado a cabo en cinco sitios distribuidos a lo largo de la Sierra de Picachos (Figura 12) que fueron monitoreados en cada una de las 4 estaciones durante 2 años, realizando un total de 40 salidas al campo de Enero de 2004 a Diciembre de 2005. Cabe destacar que además de estos 5 sitios muestreados formalmente, también se hicieron recorridos en algunos cañones, terracerías y brechas de la Sierra de Picachos. Los recorridos para evaluar riqueza y diversidad de aves en un horario vespertino de las 7:00 am a 14 hrs. en el matorral submontano de la Sierra de Picachos, el equipo utilizado fue binoculares y guías de campo. En la Tabla 14 está incluida información de la frecuencia de observación de las especies de aves identificadas en la comunidad vegetal bajo estudio.

La asignación del valor a la abundancia de especies de aves del matorral submontano de la Sierra de Picachos con base en las observaciones en las salidas mensuales efectuadas dio como resultado la identificación de 195 especies de aves, las cuales están enlistadas en la Tabla 13 y que representan el 46.0% de las especies de aves registradas para el Estado de Nuevo León. Para la revisión de la validez del nombre taxonómico o sinonimia fue utilizada la

base de datos de la AOU (2014) Estos valores fueron comparados con la abundancia de especies encontrada en trabajos desarrollados en comunidades similares y/o en

comunidades consideradas equivalentes ecológicos en el estado de Nuevo León. El valor determinado fue de “medianamente abundante” - “valor asignado de 3”.

Para la determinación de la diversidad de especies de aves, variable “b”, se consideró el número de especies de aves identificadas a lo largo del muestreo llevado a cabo en los cinco sitios antes referidos (Figura 13). Los valores generados para calcular la diversidad de aves del matorral submontano de la Sierra de Picachos están incluidos en la Tabla 15. El valor de la diversidad presente en el matorral submontano de la Sierra de Picachos fue “Alta” - “valor asignado de 4”.

Para la determinación del número de especies protegidas, variable “c”, Del total de aves y plantas registradas en el matorral submontano de la Sierra de Picachos, 16 aves y una planta están consideradas bajo algún estatus de protección ambiental de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010) y 46 aves utilizando el criterio sugerido en Contreras-Balderas *et al.* (1995), y representan el 4.16% y 11.51% respectivamente, por lo que el valor comparado con la variable de especies protegidas asignado es el “1” (Tabla 13).

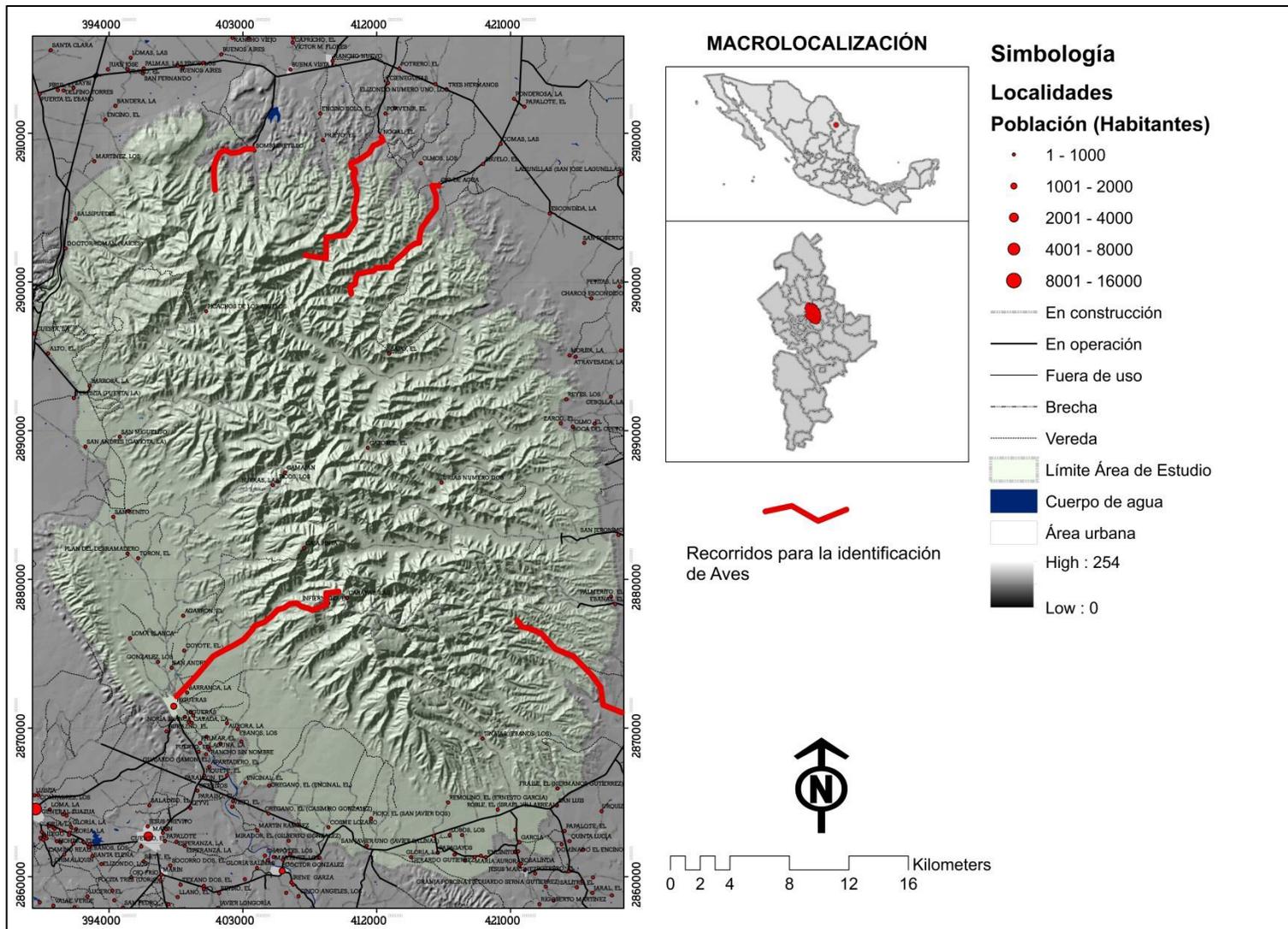


Figura 12. Sitios donde se realizó la evaluación de aves

Tabla 13. Listado de aves identificadas en el matorral submontano y estatus de protección ambiental.

No.	Especie	NOM-059	Contreras
1	<i>Dendrocygna autumnalis</i> L.	---	---
2	<i>Cairina moschata</i> L.	P	R
3	<i>Anas strepera</i> L.	---	---
4	<i>Anas americana</i> Gmelin	---	---
5	<i>Anas platyrhynchos</i> L.	---	---
6	<i>Anas platyrhynchos</i> (diazii) L.	A	V
7	<i>Anas discors</i> L.	---	---
8	<i>Anas cyanoptera</i> Vieillot	---	---
9	<i>Anas clypeata</i> L.	---	---
10	<i>Anas acuta</i> L.	---	---
11	<i>Anas crecca</i> L.	---	---
12	<i>Aythya valisineria</i> Wilson	---	---
13	<i>Aythya americana</i> Eyton	---	---
14	<i>Aythya collaris</i> Donovan	---	---
15	<i>Ortalis vetula</i> Wagler	---	---
16	<i>Meleagris gallopavo</i> L.	---	V
17	<i>Callipepla squamata</i> Vigors	---	---
18	<i>Colinus virginianus</i> L.	---	---
19	<i>Podilymbus podiceps</i> L.	---	---
20	<i>Podiceps nigricollis</i> Brehm	---	---
21	<i>Phalacrocorax auritus</i> Lesson		
22	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> Humboldt	---	---
23	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> Gmelin	---	V
24	<i>Ardea herodias</i> L.	---	---
25	<i>Ardea alba</i> L.	---	---
26	<i>Egretta thula</i> Molina	---	---
27	<i>Egretta caerulea</i> L.	---	---
28	<i>Bubulcus ibis</i> L.	---	---
29	<i>Butorides virescens</i> L.	---	---
30	<i>Nycticorax nycticorax</i> L.	---	---
31	<i>Plegadis chihi</i> Vieillot	---	---
32	<i>Coragyps atratus</i> Bechstein	---	V
33	<i>Cathartes aura</i> L.	---	V
34	<i>Pandion haliaetus</i> L.	---	V
35	<i>Elanus leucurus</i> Vieillot	---	---
36	<i>Ictinia mississippiensis</i> Wilson	Pr	A
37	<i>Circus cyaneus</i> L.	---	V

No.	Especie	NOM-059	Contreras
38	<i>Accipiter striatus</i> Vieillot	Pr	V
39	<i>Accipiter cooperii</i> Bonaparte	Pr	V
40	<i>Buteogallus anthracinus</i> Deppe	Pr	V
41	<i>Parabuteo unicinctus</i> Temminck	Pr	V
42	<i>Buteo nitidus</i> Latham	---	V
43	<i>Buteo swainsoni</i> Bonaparte	Pr	V
44	<i>Buteo jamaicensis</i> Gmelin	---	V
45	<i>Caracara cheriway</i> Miller	---	V
46	<i>Falco sparverius</i> L.	---	V
47	<i>Falco columbarius</i> L.	---	V
48	<i>Falco rufigularis</i> Daudin	---	---
49	<i>Falco peregrinus</i> Tunstall	Pr	EP
50	<i>Gallinula chloropus</i> L.	---	---
51	<i>Fulica americana</i> Gmelin	---	---
52	<i>Charadrius vociferus</i> L.	---	---
53	<i>Tringa solitaria</i> Wilson	---	---
54	<i>Actitis macularius</i> L.	---	---
55	<i>Columba livia</i> Gmelin	---	---
56	<i>Patagioenas flavirostris</i> Wagler	---	V
57	<i>Patagioenas fasciata</i> Say	---	V
58	<i>Zenaida asiatica</i> L.	---	---
59	<i>Zenaida macroura</i> L.	---	---
60	<i>Columbina inca</i> Lesson	---	---
61	<i>Columbina passerina</i> L.	---	---
62	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte	---	---
63	<i>Colaptes auratus</i> L.	---	---
64	<i>Coccyzus americanus</i> L.	---	---
65	<i>Geococcyx californianus</i> Lesson	---	---
66	<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson	---	---
67	<i>Tyto alba</i> Scopoli	---	V
68	<i>Megascops asio</i> L.	Pr	V
69	<i>Bubo virginianus</i> Gmelin	A	V
70	<i>Glaucidium gnoma</i> Wagler	---	V
71	<i>Glaucidium brasilianum</i> Gmelin	---	V
72	<i>Asio otus</i> L.	---	---
73	<i>Chordeiles acutipennis</i> Hermann	---	---
74	<i>Chordeiles minor</i> Forster	---	---
75	<i>Nyctidromus albicollis</i> Gmelin	---	---
76	<i>Phalaenoptilus nuttallii</i> Audubon	---	---
77	<i>Antrostomus salvini</i> Hartert	---	---

No.	Especie	NOM-059	Contreras
78	<i>Antrostomus vociferus</i> Wilson	---	---
79	<i>Aeronautes saxatalis</i> Woodhouse	---	---
80	<i>Eugenes fulgens</i> Swainson	---	---
81	<i>Amazilia yacatanensis</i> Cabot	---	---
82	<i>Archilochus colubris</i> L.	---	---
83	<i>Archilochus alexandri</i> Bourcier	---	---
84	<i>Trogon elegans</i> Gould	---	A
85	<i>Megaceryle torquata</i> L.	---	V
86	<i>Megaceryle alcyon</i> L.	---	V
87	<i>Chloroceryle americana</i> Gmelin	---	V
88	<i>Melanerpes formicivorus</i> Swainson	---	---
89	<i>Melanerpes aurifrons</i> Wagler	---	---
90	<i>Sphyrapicus varius</i> L.	---	---
91	<i>Picoides scalaris</i> Wagler	---	---
92	<i>Picoides villosus</i> L.	---	---
93	<i>Camptostoma imberbe</i> Sclater	---	---
94	<i>Contopus virens</i> L.	---	---
95	<i>Empidonax minimus</i> Baird and Baird	---	---
96	<i>Sayornis nigricans</i> Swainson	---	---
97	<i>Sayornis phoebe</i> Latham	---	---
98	<i>Sayornis saya</i> Bonaparte	---	---
99	<i>Pyrocephalus rubinus</i> Boddaert	---	---
100	<i>Myiarchus cinerascens</i> Lawrence	---	---
101	<i>Myiarchus tyrannulus</i> Muller	---	---
102	<i>Pitangus sulphuratus</i> L.	---	---
103	<i>Myiodynastes luteiventis</i> Sclater	---	---
104	<i>Tyrannus couchii</i> Baird	---	---
105	<i>Tyrannus verticalis</i> Say	---	---
106	<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson	---	---
107	<i>Tyrannus forficatus</i> Gmelin	---	---
108	<i>Lanius ludovicianus</i> L.	---	---
109	<i>Vireo griseus</i> Boddaert	---	---
110	<i>Vireo bellii</i> Audubon	---	---
111	<i>Vireo atricapilla</i> Woodhouse	P	A
112	<i>Vireo flavoviridis</i> Cassin	---	V
113	<i>Vireo solitarius</i> Wilson	---	---
114	<i>Vireo huttoni</i> Cassin	---	---
115	<i>Vireo olivaceus</i> L.	---	---
116	<i>Cyanocorax yncas</i> Boddaert	---	---
117	<i>Psilorhinus morio</i> Wagler	---	---

No.	Especie	NOM-059	Contreras
118	<i>Aphelocoma ultramarina</i> Bonaparte	---	---
119	<i>Corvus cryptoleucus</i> Couch	---	---
120	<i>Corvus corax</i> L.	---	---
121	<i>Stelgidopteryx serripennis</i> Audubon	---	---
122	<i>Riparia riparia</i> L.	---	---
123	<i>Hirundo rustica</i> L.	---	---
124	<i>Baeolophus wollweberi</i> Bonaparte	---	---
125	<i>Baeolophus bicolor</i> L.	---	---
126	<i>Auriparus flaviceps</i> Sundevall	---	---
127	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> Lafresnaye	---	---
128	<i>Salpinctes obsoletus</i> Say	---	---
129	<i>Catherpes mexicanus</i> Swainson	---	---
130	<i>Thryothorus ludovicianus</i> Latham	---	---
131	<i>Thryomanes bewickii</i> Audubon	---	---
132	<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot	---	---
133	<i>Regulus calendula</i> L.	---	EP
134	<i>Polioptila caerulea</i> L.	---	---
135	<i>Polioptila melanura</i> Lawrence	---	---
136	<i>Myadestes occidentalis</i> Stejneger	Pr	---
137	<i>Catharus guttatus</i> Pallas	---	---
138	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte	---	---
139	<i>Turdus migratorius</i> L.	---	A
140	<i>Mimus polyglottos</i> L.	---	PE
141	<i>Toxostoma longirostre</i> Lafresnaye	---	---
142	<i>Toxostoma curvirostre</i> Swainson	---	---
143	<i>Bombycilla cedrorum</i> Vieillot	---	A
144	<i>Oreothlypis celata</i> Say	---	---
145	<i>Vermivora cyanoptera</i> L.	---	---
146	<i>Oreothlypis ruficapilla</i> Wilson	---	---
147	<i>Setophaga pitiayumi</i> Vieillot	---	V
148	<i>Setophaga petechia</i> L.	---	---
149	<i>Setophaga magnolia</i> Wilson	---	R
150	<i>Setophaga coronata</i> L.	---	---
151	<i>Setophaga chrysoparia</i> Sclater and Salvin	P	---
152	<i>Setophaga virens</i> Gmelin	---	V
153	<i>Mniotilta varia</i> L.	---	---
154	<i>Geothlypis tolmiei</i> Townsend	A	---
155	<i>Geothlypis trichas</i> L.	---	---
156	<i>Cardellina pusilla</i> Wilson	---	---
157	<i>Myioborus pictus</i> Swainson	---	---

No.	Especie	NOM-059	Contreras
158	<i>Basileuterus rufifrons</i> Swainson	---	---
159	<i>Piranga flava</i> Vieillot	---	---
160	<i>Piranga rubra</i> L.	---	---
161	<i>Piranga ludoviciana</i> Wilson	---	---
162	<i>Piranga bidentata</i> Swainson	---	---
163	<i>Arremonops rufivirgatus</i> Lawrence	---	---
164	<i>Melospiza fusca</i> Johnson	---	---
165	<i>Aimophila ruficeps</i> Cassin	---	---
166	<i>Spizella passerina</i> Bechstein	---	---
167	<i>Poocetes gramineus</i> Gmelin	---	---
168	<i>Chondestes grammacus</i> Say	---	---
169	<i>Amphispiza bilineata</i> Cassin	---	---
170	<i>Calamospiza melanocorys</i> Stejneger	---	---
171	<i>Ammodramus savannarum</i> Gmelin	---	---
172	<i>Passerculus sandwichensis</i> Gmelin	---	---
173	<i>Zonotrichia leucophrys</i> Forster	---	---
174	<i>Cardinalis cardinalis</i> L.	---	PE
175	<i>Cardinalis sinuatus</i> Bonaparte	---	---
176	<i>Pheucticus melanocephalus</i> Swainson	---	---
177	<i>Passerina caerulea</i> L.	---	---
178	<i>Passerina cyanea</i> L.	---	---
179	<i>Passerina versicolor</i> Bonaparte	---	---
180	<i>Passerina ciris</i> L.	Pr	PE
181	<i>Agelaius phoeniceus</i> L.	---	---
182	<i>Sturnella magna</i> L.	---	---
183	<i>Sturnella neglecta</i> Audubon	---	---
184	<i>Euphagus cyanocephalus</i> Wagler	---	---
185	<i>Quiscalus mexicanus</i> Gmelin	---	---
186	<i>Molothrus aeneus</i> Wagler	---	---
187	<i>Molothrus ater</i> Boddaert	---	---
188	<i>Icterus spurius</i> L.	---	---
189	<i>Icterus cucullatus</i> Swainson	---	A
190	<i>Icterus gularis</i> Wagler	---	PE
191	<i>Icterus graduacauda</i> Lesson	---	---
192	<i>Icterus parisorum</i> Bonaparte	---	PE
193	<i>Carpodacus mexicanus</i> Muller	---	PE
194	<i>Spinus psaltria</i> Say	---	---
195	<i>Passer domesticus</i> L.	---	---

\* NOM-059-SEMARNAT-2010

\*\* Contreras-Balderas *et al.* 1995

Tabla 14. Frecuencia de observación estacional de las especies de aves de matorral submontano

No.	Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
1	<i>Dendrocygna autumnalis</i> L.	1	1	0	1
2	<i>Cairina moschata</i> L.	1	1	1	1
3	<i>Anas strepera</i> L.	1	0	0	1
4	<i>Anas americana</i> Gmelin	1	0	0	1
5	<i>Anas platyrhynchos</i> L.	1	0	0	1
6	<i>Anas platyrhynchos</i> (diazi) L.	1	0	0	1
7	<i>Anas discors</i> L.	1	0	0	1
8	<i>Anas cyanoptera</i> Vieillot	1	0	0	1
9	<i>Anas clypeata</i> L.	1	0	0	1
10	<i>Anas acuta</i> L.	1	0	0	1
11	<i>Anas crecca</i> L.	1	0	0	1
12	<i>Aythya valisineria</i> Wilson	1	0	0	1
13	<i>Aythya americana</i> Eyton	1	0	0	1
14	<i>Aythya collaris</i> Donovan	1	0	0	1
15	<i>Ortalis vetula</i> Wagler	1	1	0	1
16	<i>Meleagris gallopavo</i> L.	1	1	1	1
17	<i>Callipepla squamata</i> Vigors	1	0	0	1
18	<i>Colinus virginianus</i> L.	1	1	0	1
19	<i>Podilymbus podiceps</i> L.	1	0	0	1
20	<i>Podiceps nigricollis</i> Brehm	1	0	0	1
21	<i>Phalacrocorax auritus</i> Lesson	1	0	0	1
22	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> Humboldt	1	1	0	1
23	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> Gmelin	1	0	0	0
24	<i>Ardea herodias</i> L.	1	1	0	1
25	<i>Ardea alba</i> L.	1	0	0	1
26	<i>Egretta thula</i> Molina	1	0	0	1
27	<i>Egretta caerulea</i> L.	1	0	0	1
28	<i>Bubulcus ibis</i> L.	1	1	1	1
29	<i>Butorides virescens</i> L.	1	0	1	1
30	<i>Nycticorax nycticorax</i> L.	1	0	0	1
31	<i>Plegadis chihi</i> Vieillot	1	0	0	1
32	<i>Coragyps atratus</i> Bechstein	1	1	1	1
33	<i>Cathartes aura</i> L.	1	1	1	1

No.	Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
34	<i>Pandion haliaetus</i> L.	1	0	0	1
35	<i>Elanus leucurus</i> Vieillot	1	0	0	1
36	<i>Circus cyaneus</i> L.	1	0	0	1
37	<i>Ictinia mississippiensis</i> Wilson	0	1	0	0
38	<i>Asturina nitida</i> Latham	1	1	0	1
39	<i>Accipiter striatus</i> Vieillot	1	0	0	1
40	<i>Accipiter cooperii</i> Bonaparte	1	0	0	0
41	<i>Buteogallus anthracinus</i> Deppe	1	1	0	1
42	<i>Parabuteo unicinctus</i> Temminck	1	1	1	1
43	<i>Buteo swainsoni</i> Bonaparte	1	1	0	1
44	<i>Buteo jamaicensis</i> Gmelin	1	1	1	1
45	<i>Caracara cheriway</i> Miller	1	1	1	1
46	<i>Falco sparverius</i> L.	1	1	1	1
47	<i>Falco columbarius</i> L.	1	0	0	0
48	<i>Falco ruficularis</i> Daudin	0	0	0	0
49	<i>Falco peregrinus</i> Tunstall	1	0	1	1
50	<i>Gallinula chloropus</i> L.	1	1	1	1
51	<i>Fulica americana</i> Gmelin	1	0	0	1
52	<i>Charadrius vociferus</i> L.	1	1	0	1
53	<i>Tringa solitaria</i> Wilson	1	0	0	1
54	<i>Actitis macularius</i> L.	1	0	0	1
55	<i>Columba livia</i> Gmelin	1	0	0	1
56	<i>Patagioenas flavirostris</i> Wagler	1	1	0	1
57	<i>Patagioenas fasciata</i> Say	1	0	0	0
58	<i>Zenaida asiatica</i> L.	1	1	1	1
59	<i>Zenaida macroura</i> L.	1	1	1	1
60	<i>Columbina inca</i> Lesson	1	1	1	1
61	<i>Columbina passerina</i> L.	1	1	1	1
62	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte	1	1	1	1
63	<i>Colaptes auratus</i> L.	0	0	0	0
64	<i>Coccyzus americanus</i> L.	0	1	0	0
65	<i>Geococcyx californianus</i> Lesson	1	1	1	1
66	<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson	0	0	0	0
67	<i>Tyto alba</i> Scopoli	1	0	0	1
68	<i>Megascops asio</i> L.	1	1	0	1
69	<i>Bubo virginianus</i> Gmelin	1	0	0	1
70	<i>Glaucidium gnoma</i> Wagler	1	0	0	1

No.	Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
71	<i>Glaucidium brasilianum</i> Gmelin	1	1	0	1
72	<i>Asio otus</i> L.	0	0	0	0
73	<i>Chordeiles acutipennis</i> Hermann	0	1	1	0
74	<i>Chordeiles minor</i> Forster	1	1	1	0
75	<i>Nyctidromus albicollis</i> Gmelin	1	1	1	1
76	<i>Phalaenoptilus nuttallii</i> Audubon	0	0	0	0
77	<i>Antrostomus salvini</i> Hartert	0	0	0	0
78	<i>Antrostomus vociferous</i> Wilson	1	0	1	1
79	<i>Aeronautes saxatalis</i> Woodhouse	0	0	0	0
80	<i>Eugenes fulgens</i> Swainson	0	0	0	0
81	<i>Amazilia yacatanensis</i> Cabot	1	0	0	0
82	<i>Archilochus colubris</i> L.	0	0	0	0
83	<i>Archilochus alexandri</i> Bourcier	1	1	0	1
84	<i>Trogon elegans</i> Gould	1	1	0	1
85	<i>Megaceryle torquatus</i> L.	0	1	0	1
86	<i>Megaceryle alcyon</i> L.	1	0	0	1
87	<i>Chloroceryle americana</i> Gmelin	1	0	0	0
88	<i>Melanerpes formicivorus</i> Swainson	1	0	0	0
89	<i>Melanerpes aurifrons</i> Wagler	1	1	1	1
90	<i>Sphyrapicus varius</i> L.	0	0	0	1
91	<i>Picoides scalaris</i> Wagler	1	1	1	1
92	<i>Picoides villosus</i> L.	1	0	0	0
93	<i>Camptostoma imberbe</i> Sclater	1	0	0	1
94	<i>Contopus virens</i> L.	1	0	0	1
95	<i>Empidonax minimus</i> Baird and Baird	1	0	0	1
96	<i>Sayornis nigricans</i> Swainson	0	1	0	0
97	<i>Sayornis phoebe</i> Latham	1	1	1	1
98	<i>Sayornis saya</i> Bonaparte	1	0	0	0
99	<i>Pyrocephalus rubinus</i> Boddaert	1	0	0	1
100	<i>Myiarchus cinerascens</i> Lawrence	1	1	1	1
101	<i>Myiarchus tyrannulus</i> Muller	1	1	0	1
102	<i>Pitangus sulphuratus</i> L.	1	1	1	1
103	<i>Myiodynastes luteiventis</i> Sclater	1	0	0	0
104	<i>Tyrannus couchii</i> Baird	1	0	1	1
105	<i>Tyrannus verticalis</i> Say	1	1	0	0

No.	Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
106	<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson	0	0	0	0
107	<i>Tyrannus forficatus</i> Gmelin	1	1	1	1
108	<i>Lanius ludovicianus</i> L.	1	1	1	1
109	<i>Vireo griseus</i> Boddaert	1	1	1	1
110	<i>Vireo bellii</i> Audubon	0	1	0	0
111	<i>Vireo atricapilla</i> Woodhouse	0	0	0	0
112	<i>Vireo flavoviridis</i> Cassin	1	0	0	0
113	<i>Vireo solitarius</i> Wilson	1	0	1	1
114	<i>Vireo huttoni</i> Cassin	0	0	0	0
115	<i>Vireo olivaceus</i> L.	1	0	0	0
116	<i>Cyanocorax yncas</i> Boddaert	1	1	1	1
117	<i>Psilorhinus morio</i> Wagler	1	1	1	1
118	<i>Aphelocoma ultramarina</i> Bonaparte	1	0	1	0
119	<i>Corvus cryptoleucus</i> Couch	1	1	1	1
120	<i>Corvus corax</i> L.	1	1	1	1
121	<i>Stelgidopteryx serripennis</i> Audubon	1	0	0	0
122	<i>Riparia riparia</i> L.	0	1	0	0
123	<i>Hirundo rustica</i> L.	0	1	1	0
124	<i>Baeolophus wollweberi</i> Bonaparte	1	0	0	0
125	<i>Baeolophus bicolor</i> L.	1	1	1	1
126	<i>Auriparus flaviceps</i> Sundevall	1	1	1	1
127	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> Lafresnaye	1	1	0	1
128	<i>Salpinctes obsoletus</i> Say	1	0	0	1
129	<i>Catherpes mexicanus</i> Swainson	1	1	0	1
130	<i>Thryothorus ludovicianus</i> Latham	0	1	0	0
131	<i>Thryomanes bewickii</i> Audubon	1	1	1	1
132	<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot	1	1	0	1
133	<i>Regulus calendula</i> L.	1	1	1	1
134	<i>Polioptila caerulea</i> L.	1	1	1	1
135	<i>Polioptila melanura</i> Lawrence	0	0	0	0
136	<i>Myadestes occidentalis</i> Stejneger	0	0	0	1
137	<i>Catharus guttatus</i> Pallas	1	1	0	1
138	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte	1	0	0	1
139	<i>Turdus migratorius</i> L.	0	0	0	1
140	<i>Mimus polyglottos</i> L.	1	1	1	1

No.	Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
141	<i>Toxostoma longirostre</i> Lafresnaye	1	1	1	1
142	<i>Toxostoma curvirostre</i> Swainson	1	1	1	1
143	<i>Bombycilla cedrorum</i> Vieillot	0	0	0	1
144	<i>Oreothlypis celata</i> Say	1	1	1	1
145	<i>Vermivora cyanoptera</i> L.	0	0	0	1
146	<i>Oreothlypis ruficapilla</i> Wilson	1	0	0	1
147	<i>Setophaga pitiayumi</i> Vieillot	1	0	0	0
148	<i>Setophaga petechia</i> L.	1	0	0	1
149	<i>Setophaga magnolia</i> Wilson	0	1	0	1
150	<i>Setophaga coronata</i> L.	1	0	0	1
151	<i>Setophaga chrysoparia</i> Sclater and Salvin	1	0	0	1
152	<i>Setophaga virens</i> Gmelin	1	0	0	1
153	<i>Mniotilta varia</i> L.	1	0	0	1
154	<i>Geothlypis tolmiei</i> Townsend	1	0	0	0
155	<i>Geothlypis trichas</i> L.	1	0	0	1
156	<i>Cardellina pusilla</i> Wilson	1	1	1	0
157	<i>Myioborus pictus</i> Swainson	1	0	0	0
158	<i>Basileuterus rufifrons</i> Swainson	0	1	0	0
159	<i>Piranga flava</i> Vieillot	1	1	0	1
160	<i>Piranga rubra</i> L.	1	1	0	1
161	<i>Piranga ludoviciana</i> Wilson	1	0	0	1
162	<i>Piranga bidentata</i> Swainson	1	0	0	1
163	<i>Arremonops rufivirgatus</i> Lawrence	1	1	0	1
164	<i>Melospiza fusca</i> Johnson	1	1	1	1
165	<i>Aimophila ruficeps</i> Cassin	1	1	1	1
166	<i>Spizella passerina</i> Bechstein	1	1	1	1
167	<i>Pooecetes gramineus</i> Gmelin	1	1	0	1
168	<i>Chondestes grammacus</i> Say	1	1	1	1
169	<i>Amphispiza bilineata</i> Cassin	1	1	1	1
170	<i>Calamospiza melanocorys</i> Stejneger	0	0	0	1
171	<i>Ammodramus savannarum</i> Gmelin	1	0	0	1
172	<i>Passerculus sandwichensis</i> Gmelin	1	0	0	1
173	<i>Zonotrichia leucophrys</i> Forster	0	1	1	1
174	<i>Cardinalis cardinalis</i> L.	1	1	1	1
175	<i>Cardinalis sinuatus</i> Bonaparte	1	1	1	1

No.	Especie	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
176	<i>Pheucticus melanocephalus</i> Swainson	1	1	0	1
177	<i>Passerina caerulea</i> L.	1	0	0	0
178	<i>Passerina cyanea</i> L.	0	0	0	0
179	<i>Passerina versicolor</i> Bonaparte	1	1	0	1
180	<i>Passerina ciris</i> L.	1	0	0	0
181	<i>Agelaius phoeniceus</i> L.	1	0	0	0
182	<i>Sturnella magna</i> L.	1	1	1	0
183	<i>Sturnella neglecta</i> Audubon	1	1	1	0
184	<i>Euphagus cyanocephalus</i> Wagler	1	0	0	1
185	<i>Quiscalus mexicanus</i> Gmelin	1	1	1	1
186	<i>Molothrus aeneus</i> Wagler	1	1	1	1
187	<i>Molothrus ater</i> Boddaert	1	1	1	1
188	<i>Icterus spurius</i> L.	1	0	0	0
189	<i>Icterus cucullatus</i> Swainson	1	1	1	1
190	<i>Icterus gularis</i> Wagler	1	1	0	1
191	<i>Icterus graduacauda</i> Lesson	1	1	1	1
192	<i>Icterus parisorum</i> Bonaparte	0	1	0	0
193	<i>Carpodacus mexicanus</i> Muller	1	1	1	1
194	<i>Spinus psaltria</i> Say	1	0	0	1
195	<i>Passer domesticus</i> L.	1	1	1	1

Con respecto a la diversidad encontrada en los cuadrantes evaluados, fueron identificadas 214 especies de plantas vasculares, diversidad que conforma el matorral submontano de la Sierra de Picachos (Tablas 9, 10 y 11) por lo que la diversidad de la comunidad es considerada “Alta” - “valor asignado de 4”.

En cuanto a la determinación de la abundancia, fueron generados 834 puntos de verificación de la vegetación (Figura 13) en la Sierra de Picachos. Consideramos el valor porcentual obtenido a partir de la clasificación supervisada de cada clase identificada en la imagen digital Landsat-8, (Tabla 15, Figura 14) valiéndonos de la cobertura de las especies que conforman el dosel principal del matorral submontano.

Tabla 15.- Valores generados mediante la clasificación de la vegetación a partir de la Imagen Digital

<b>Clase</b>	<b>Cobertura (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Matorral Submontano	91,654.57	63.8116
Matorral Espinoso Tamaulipeco	21,483.18	14.9569
Bosque de Encino	13,466.97	9.3759
Bosque de Pino	711.72	0.4955
Presa Sombrerete	81.72	0.0568
Otros (cultivo, pastizal, galería)	16,234.90	11.3030
Área bajo estudio	143,633.06	100.0000

El valor porcentual fue comparado con una escala ordinal cuyo valor va de 0 a 100%. (Tabla 5). El valor asignado se comparó con los valores de las variables sugeridas para la abundancia, resultando está “Abundante” - “valor asignado de 4” (Tabla 16).

Tabla 16.- Valor de la Abundancia.

<b>Tipo de Vegetación</b>	<b>Área bajo estudio (Ha)</b>	<b>Cobertura (Ha)</b>	<b>Estatus</b>	<b>e</b>
Matorral submontano	143,633.06	91,654.57	Abundante	4

Para la asignación del valor de la rareza de la comunidad, se atribuyó un valor de “3”, “Relativamente raro” al matorral submontano de la Sierra de Picachos ya que las especies identificadas aunque se encuentran bien representadas en el noreste de México y en las serranías de Nuevo León, en sitios considerados equivalentes ecológicos, se presentan elementos vegetales puntuales como *Myrospermum sousanum* además de la consideración de que el barretal de esta comunidad es uno de los mejores conservados de México. Los valores calculados para la obtención del Valor Ecológico para la comunidad del matorral submontano de la Sierra de Picachos están incluidos en la Tabla 17.

Tabla 17.- Valores asignados a las variables del Índice del Valor Ecológico

<b>Variable</b>	<b>Símbolo</b>		<b>Valor</b>
Abundancia de especies	a	3	Medianamente abundante
Diversidad de especies	b	4	Alta
Número de especies protegidas	c		1
Diversidad de la comunidad	d	4	Alta
Superficie de la comunidad	e	4	Abundante
Rareza de la comunidad	f	3	Relativamente raro
Endemismos	g	5	Si

Una vez obtenidos los valores de la calificación de la Tabla 17, las variables fueron calculadas mediante la fórmula siguiente

$$VE = \frac{a * b + c + 3d}{e} + 10 (f + g)$$

El resultado del cálculo de VE fue incorporado en la ecuación de la función de transformación obteniendo un valor de calidad ambiental de 0.9302 para la comunidad de matorral submontano.

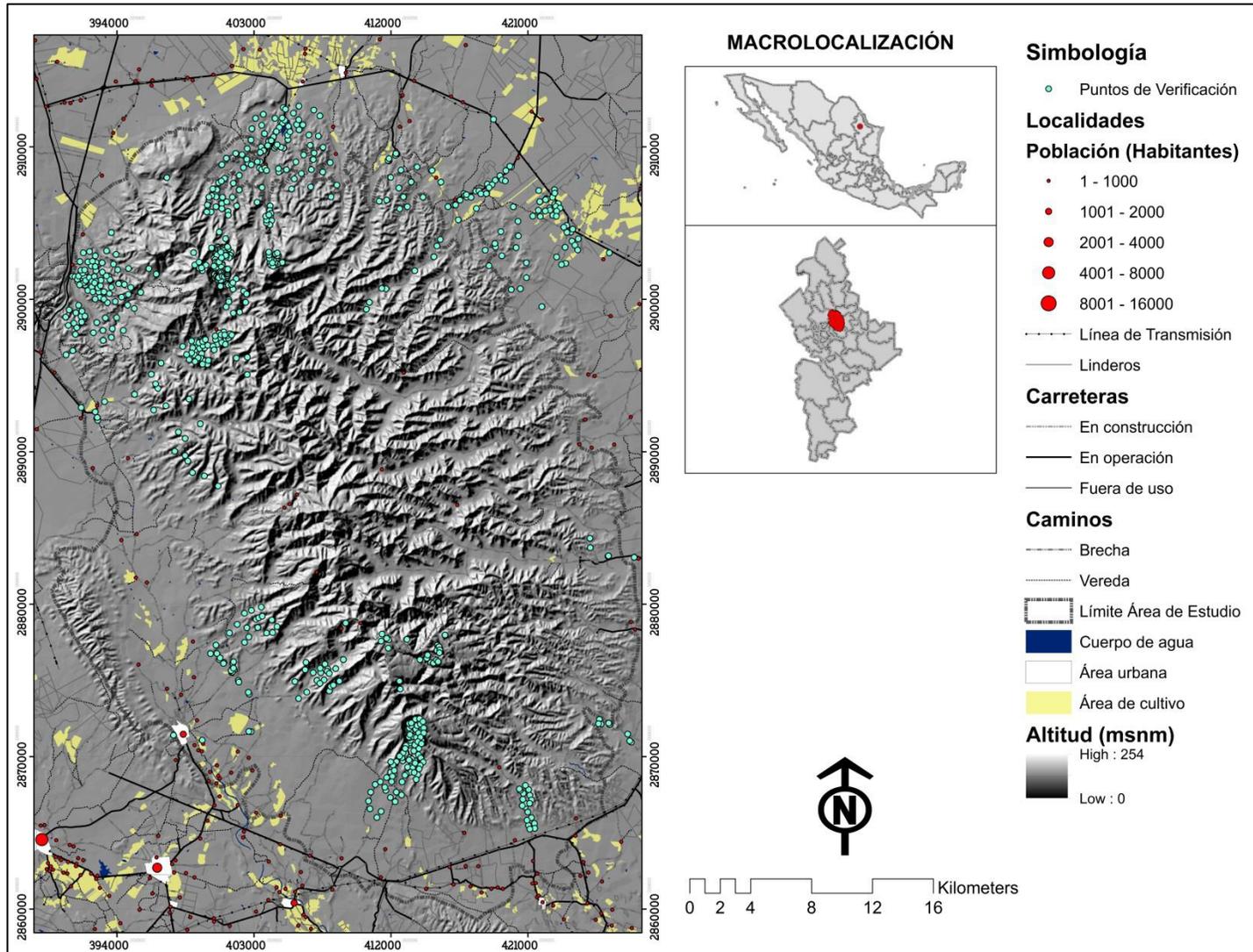


Figura 13. Ubicación de puntos de verificación de la vegetación en la Sierra de Picachos

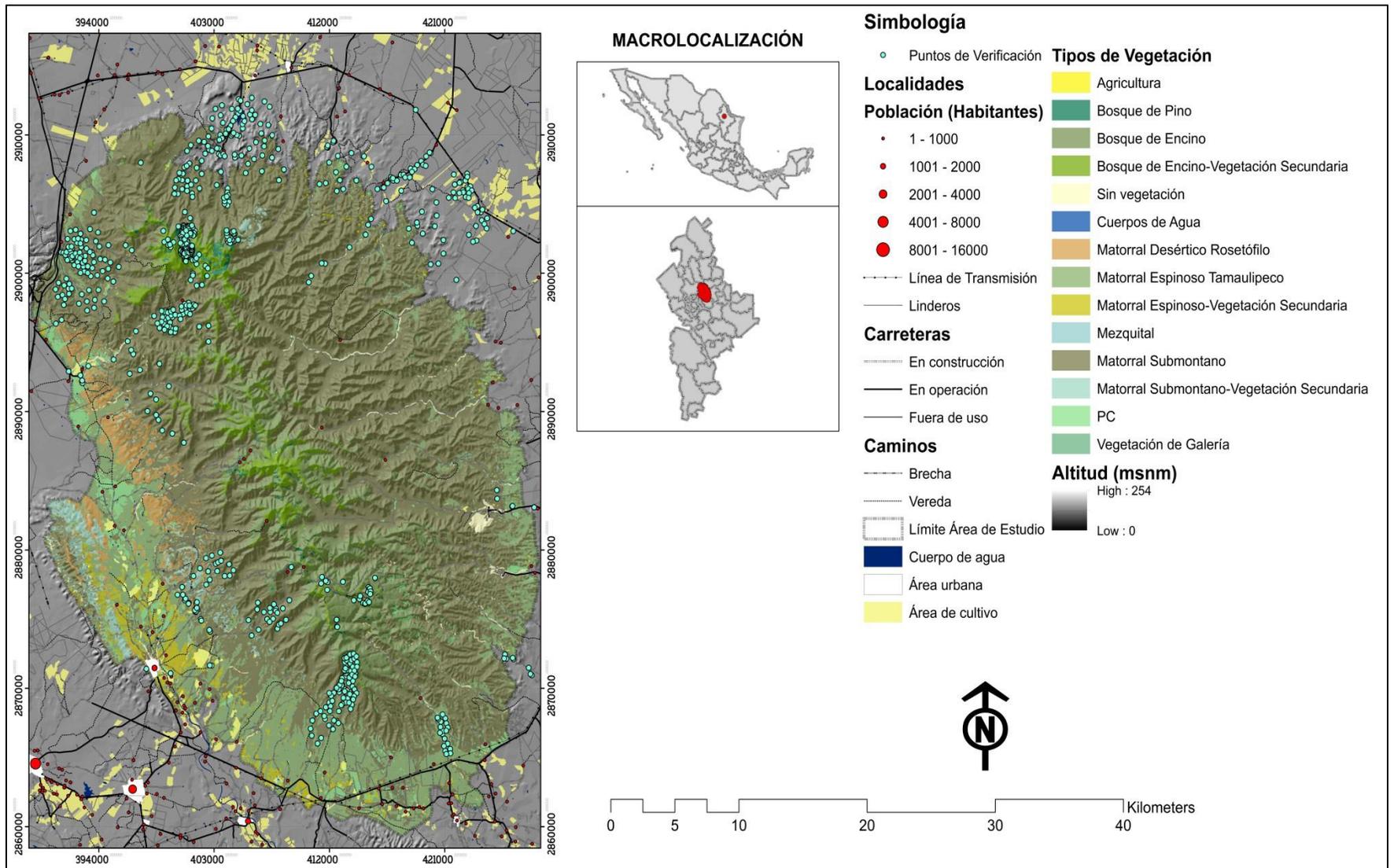


Figura 14. Clasificación de la Sierra de Picachos

### **Índice de Valoración del Paisaje del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

De acuerdo a la escala propuesta, el valor absoluto (Va) para la comunidad vegetal bajo estudio fue considerado bajo el criterio de “Espectacular” ya que al matorral submontano se le asignó el valor de “23” puntos de observación de acuerdo a la Tabla 6. En la Figura 15 están incluidas las cuencas de apreciación del paisaje de la Sierra de Picachos.

El cociente “P”, calculado, tiene un valor de “1” debido a que las comunidades cercanas a la Sierra presentan entre 0 y 1000 habitantes (Tabla 7, Figura 16). En cuanto al valor “d”, este fue designado con un valor de “4” ya que los ejidos, comunidades e incluso cabeceras municipales consideradas para la evaluación están a una distancia media entre 4 y 6 km. (Tabla 7, Figura 17). La Sierra de Picachos puede ser observada desde cualesquiera de sus exposiciones, debido a que existen vías de comunicación que la circundan como la carretera estatal N° 23 Sabinas Hidalgo-Agualeguas con la cual entroncan por el este, la autopista federal N° 85 Monterrey-Laredo y al oeste la carretera estatal N° 54 Monterrey-Ciudad. Mier, así como por caminos municipales y vecinales, terracerías, veredas y brechas diversas mediante las cuales se accesa a predios privados, ejidos, comunidades y diversas propiedades.

La accesibilidad a los puntos de observación “Ac” fue designada como “Mala” con valor de “1”, ya que la Sierra puede aunque presentan vías de comunicación principales que la circundan como la carretera estatal N° 23 Sabinas Hidalgo-Agualeguas, con la cual entroncan por el este, la autopista federal N° 85 Monterrey-Laredo y al oeste la carretera estatal N° 54 Monterrey-Ciudad Mier, los caminos de acceso a la Sierra y los diversos cañones que la componen cuentan con caminos pavimentados, terracerías, brechas y veredas y estos acceso están restringidos por ser en su mayoría propiedad privada o social (comunal y ejidal) además de que estos accesos solo permiten un acceso limitado y raramente más allá de los 10 km considerando la delimitación de la zona de estudio de la Sierra de Picachos (Figura 16).

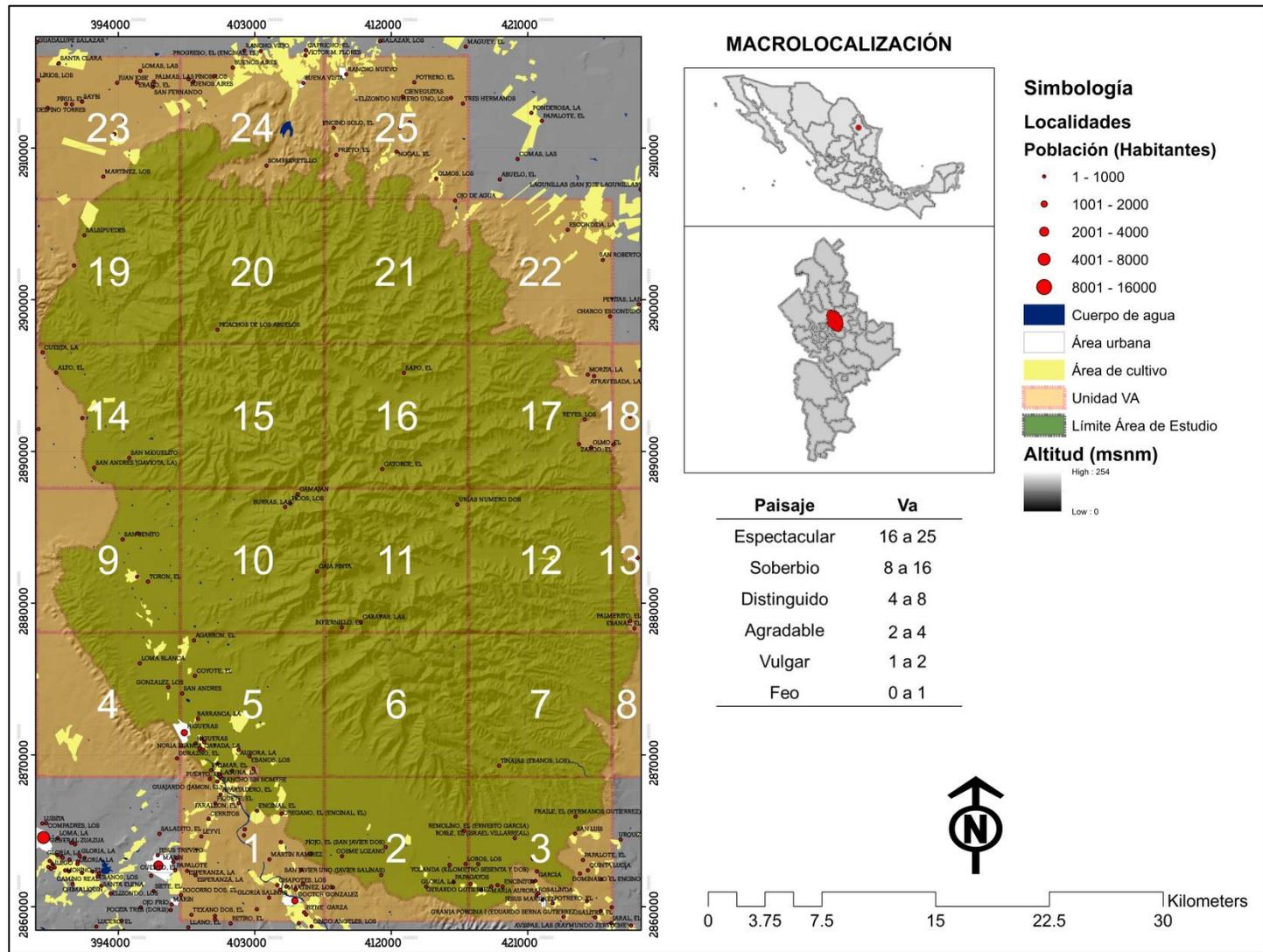


Figura 15. Puntos de observación para la valoración absoluta del paisaje

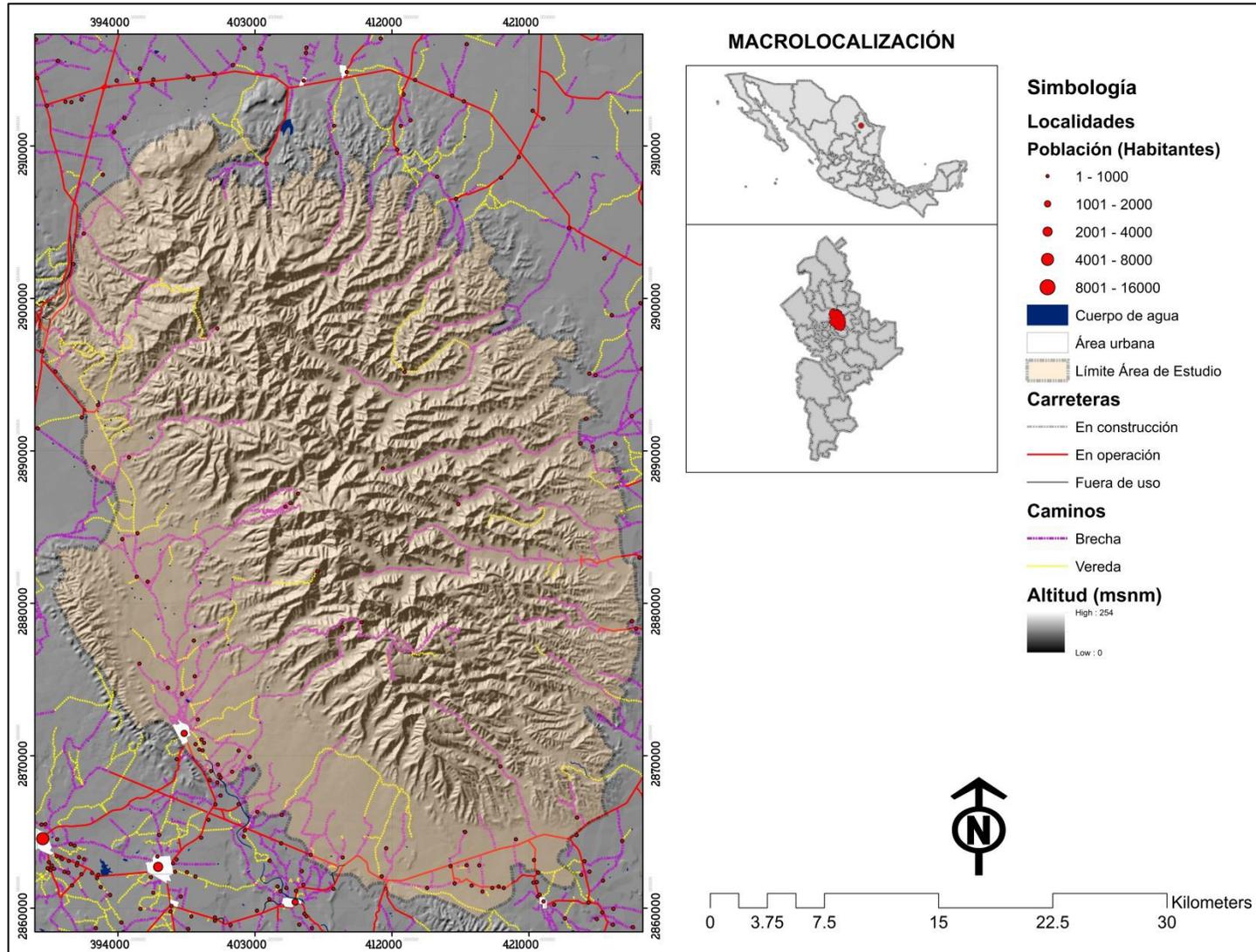


Figura 16. Comunidades distribuidas a lo largo del área de estudio

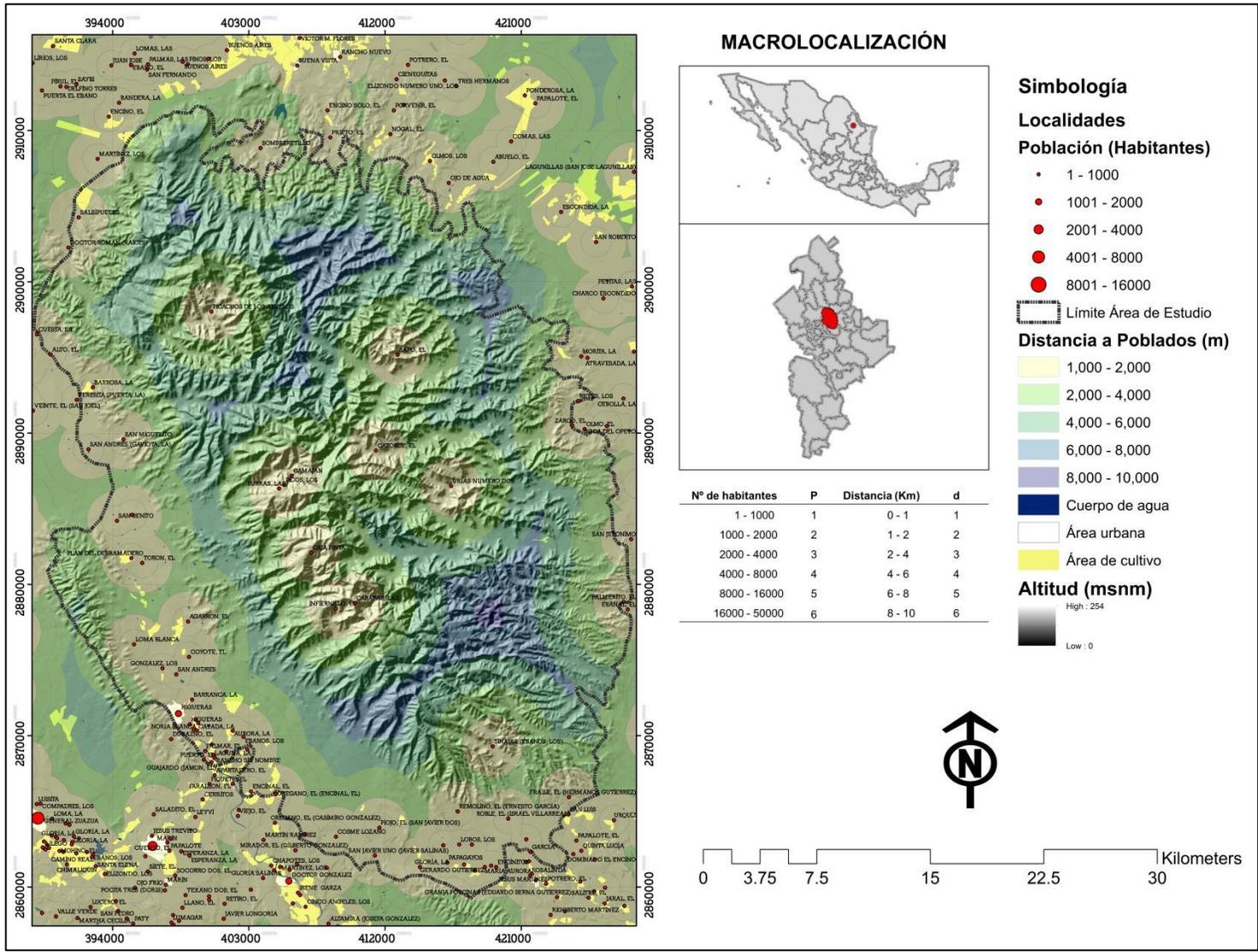


Figura 17. Evaluación de la distancia media de las comunidades respecto al lindero del área de estudio

En función del número de puntos de observación, la cuenca visual “S” es considerada Grande con un valor de “3”. La Sierra de Picachos puede ser observada desde cualesquiera de sus exposiciones, debido a que existen vías de comunicación que la circundan como la carretera estatal, N° 23 Sabinas Hidalgo-Agualeguas, con la cual entroncan por el este, la autopista federal, N° 85, Monterrey-Laredo y al oeste la carretera estatal, N° 54, Monterrey-Ciudad. Mier, así como por caminos municipales y vecinales diversos que accesan a predios privados, ejidos y diversos propiedades. Los valores fueron sustituidos en las fórmulas siguientes:

$$V_R = K * V_a$$

$$K = 1.125 \frac{P}{d} * A_c * S$$

El resultado del cálculo del indicador del impacto (VR) para cada comunidad fue incorporado en la ecuación de transformación logarítmica obteniendo un valor de calidad ambiental de 0.5683 para la comunidad del Matorral Submontano de la Sierra de Picachos.

## Índice de la Condición de Desarrollo Vegetal del matorral submontano de la Sierra de Picachos

Se ha observado que por lo general, cuando ocurre una alteración o un disturbio en la vegetación, ésta es substituida por elementos secundarios, los cuales tienen generalmente menos exigencias ecológicas en comparación a la vegetación original.

De acuerdo al listado florístico elaborado, fueron identificadas un total de 214 especies para el matorral submontano de la Sierra de Picachos (Tabla 9). De las cuales 211 pertenecen al matorral submontano y 3 son considerados elementos de disturbio. Las especies registradas durante las evaluaciones de los cuadrantes en este tipo de vegetación fueron en total 86, de estas 84 son elementos primarios y 2 son agentes de disturbio, es decir un 2.32% (Tabla 10).

Es preciso señalar que este tipo de vegetación resguarda una comunidad muy particular denominada "Barretales" por ser el nombre común de la especies que los representa: *Helietta parvifolia* que esta generalmente asociada en el estrato arbóreo con otras especies como *Acacia rigidula* (Chaparro prieto), *Celtis pallida* (Granjeno), *Zanthoxylum fagara* (Colima), *Acacia gregii* (uña de gato), *Caesalpinia mexicana* (hierba del potro), *Havardia pallens* (Tenaza), *Ebenopsis ebano* (Ebano), *Ehretia anacua* (Anacua), incluyendo individuos de *Cordia boissieri* (Anacahuita), *Condalia hookeri* (Brasil), *Diospyros texana* (Chapote) entre otros.

Las Tablas 10 y 11 muestran los valores para el cálculo de algunas de las variables consideradas. Posteriormente fue estimado el valor de la Condición de Desarrollo Vegetal (CDV). La relación de los datos evaluados para la obtención del CDV se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Cálculo del CDV

No. del cuadrante	Si	Kd	Si (Kd)
Cuadrante 1	367	1	367

<b>No. del cuadrante</b>	<b>Si</b>	<b>Kd</b>	<b>Si (Kd)</b>
Cuadrante 2	244	1	244
Cuadrante 3	77	1	77
Cuadrante 4	231	1	231
Cuadrante 5	502	1	502
Cuadrante 6	738	1	738
Cuadrante 7	960	1	960
Cuadrante 8	266	1	266
Cuadrante 9	110	1	110
Cuadrante 10	149	1	149
Cuadrante 11	156	1	156
Cuadrante 12	356	1	356
Cuadrante 13	205	1	205
Cuadrante 14	236	1	236
Cuadrante 15	122	1	122
Cuadrante 16	194	1	194
Cuadrante 17	238	1	238
Cuadrante 18	351	1	351
Cuadrante 19	288	1	288
Cuadrante 20	513	1	513
Cuadrante 21	238	1	238
Cuadrante 22	119	1	119
Cuadrante 23	634	1	634
Cuadrante 24	277	1	277

El resultado del cálculo del índice de la condición de desarrollo vegetal para el matorral submontano fue incorporado en la ecuación de transformación logarítmica de la Condición del Desarrollo Vegetal obteniendo un valor de calidad ambiental de 0.9974 para la comunidad del matorral submontano.

**Establecer la riqueza y diversidad de las plantas y ornitofauna del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

Los resultados obtenidos mediante la completitud del muestreo florístico, estimando la representatividad del esfuerzo de colecta en campo, con los cuales pudimos tener mayor certidumbre sobre la riqueza florística del sitio bajo estudio fueron los incluidos en la Tabla 19. La información del cálculo del índice de diversidad de Shannon y equitabilidad de los cuadrantes evaluados están incluidos en la Tabla 20.

Tabla 19. Valores calculados de los modelos matemáticos aplicados en los cuadrantes de plantas

<b>Estimadores</b>	<b>Completitud</b>		
Chao 2:	109.027	12.2948	0.7888
Jackknife 1:	110.875	6.96532	0.77565
Jackknife 2:	124.226	NA	0.69229
Bootstrap:	96.9552	NA	0.88701

Tabla 19. Valores calculados de diversidad en los cuadrantes de plantas evaluados

<b>Cuadrante</b>	<b>Shannon</b>	<b>Equitabilidad</b>
1	1.918	0.6514
2	2.559	0.8051
3	2.115	0.8015
4	2.046	0.7221
5	1.779	0.7418
6	2.522	0.8158
7	1.83	0.611
8	2.049	0.7765
9	1.842	0.7999
10	1.77	0.6706
11	0.2963	0.2697
12	1.81	0.6857
13	2.063	0.8044
14	2.063	0.7442
15	1.769	0.7681
16	2.296	0.8104
17	2.486	0.8967
18	2.576	0.8462
19	2.145	0.675
20	2.468	0.7328
21	2.531	0.8448
22	2.349	0.8292
23	2.118	0.6956
24	2.475	0.7788

La información del cálculo del índice de diversidad de Shannon y equitabilidad de las aves por estacionalidad están incluidos en la Tabla 21.

Tabla 21. Valores calculados de diversidad estacional de aves

Estación	Shannon	Equitabilidad
Primavera	3.509	0.8316
Verano	3.52	0.8011
Otoño	3.105	0.7937
Invierno	3.493	0.7431

## **Evaluación del Índice de Integridad Ecológica del matorral submontano de la Sierra de Picachos**

Los resultados de los índices evaluados corresponden a los siguientes valores

a) Índice de la Densidad de la Vegetación (IDV)	0.8151
b) Índice del Valor Ecológico (IVE)	0.9302
c) Índice de la Valoración del Paisaje (IVP)	0.5683
d) Índice de la Condición de Desarrollo Vegetal (ICDV)	0.9974

La sumatoria de los valores generados por cada índice evaluado para generar el índice multimétrico Integridad Ecológica (IIE) nos arroja un valor de 3.311 y al cotejarlo con la escala ordinal de valores, el resultado se encuentra en el rango de valores entre 2.6668 y 4 que representa la asignará del criterio de “Alta” Integridad Ecológica como condición del matorral submontano de la Sierra de Picachos.

## DISCUSIÓN

La Sierra de Picachos es una región prioritaria terrestre para la conservación que forma parte de la regionalización ecológica presentada en el trabajo de Arriaga *et al.* 2000 para CONABIO, que además corresponde a una superficie decretada por el Estado de Nuevo León como Área Natural Protegida, misma que cuenta actualmente con un plan de manejo y con información discreta del estado de conservación.

Las necesidades de investigación para un inventario orientado al ordenamiento territorial, a la protección de áreas o al marco de referencia, que permita evaluar proyectos de conservación, programas de manejo de recursos naturales, ordenamientos territoriales así como manifestaciones de impacto ambiental o estudios que involucren estimadores o índices ambientales requieren de estudios con alta intensidad de información y de excelencia profesional en las distintas especialidades involucradas que permitan dar a conocer el estado actual de la diversidad de un sitio, sus condiciones, así como su supervivencia y permitir proyecciones sobre sus posibles respuestas a los impactos o posibilidades futuras de conservación (Contreras-Balderas *et al.* 1995).

Los métodos convencionales con los que se ha determinado la caracterización de muchos de los sitios de interés para la conservación han sido con base en la experiencia de campo de investigadores y con la información obtenida de manera general para los mismos, de tal manera que las evaluaciones elaboradas para diagnosticar la importancia ecológica de los sitios de interés para la conservación, llegan a ser a veces sobrestimadas o subestimadas. Esto es atribuible a la falta de información de investigaciones en nuestro país como lo menciona Flores-Villela y Gérez (1994) y de manera particular a la escasa presentación de estudios específicos en regiones prioritarias terrestres para la conservación (RPTC).

A este respecto, cabe mencionar que CONABIO, presenta información ecológica basada en la experiencia de investigadores quienes seleccionaron y determinaron la importancia de las regiones prioritarias terrestres para la conservación, sin embargo, esta

dependencia menciona que no existe información específica generada para la Sierra de Picachos, por lo que se infiere que las determinaciones de los expertos fueron llevadas a cabo mediante el uso de criterios subjetivos o la aplicación de escalas ordinales, lo que les permitió aplicar un valor de importancia a las características de cada región.

De manera general se ha venido haciendo uso igualmente de métodos que involucran la estimación de una sola variable como es el caso del índice de diversidad para la determinación de la importancia de sitios para la conservación, sin embargo, los índices multimétricos, que mediante la integración de diversas métricas o atributos potencian la calidad y el valor de la condición ecológica de una región o comunidad y están menos sujetas en su aplicación a la subjetividad de los criterios comúnmente utilizados y también al uso de un solo indicador (métrica).

A la fecha los índices considerados para la evaluación del presente trabajo, han sido utilizados para la evaluación de estudios de impacto ambiental, sin embargo estas técnicas involucran de manera separada diversos parámetros que en su conjunto permiten una evaluación específica y con mayor detalle, de las condiciones ecológicas de un sitio particular o sistema ambiental determinado.

Dado que este método no ha sido evaluado anteriormente para matorral submontano, no existe un punto de referencia para poder llevar a cabo una comparación, sin embargo, el método fue utilizado para evaluar la condición o integridad ecológica de las comunidades de Bosque de pino y de Bosque de encino de la Sierra de Picachos, igualmente combinando índices de calidad ambiental que consideran diversas variables, tanto cualitativas como cuantitativas (González-Iglesias 2001), las cuales demuestran ser una estrategia integral para estas determinaciones ya que proporcionan una perspectiva ecológica más completa, para así servir como herramienta en la toma de decisiones para futuras acciones de conservación.

Cada uno de los índices evaluados generó información relevante. Con respecto a la determinación de los métodos de evaluación de las comunidades vegetales, cabe

mencionar que para la estimación del Índice de Densidad de la Vegetación, cuyo valor fue de 0.8151, el área mínima para estudios de vegetación en el matorral submontano resultó en un área de 100 m<sup>2</sup>, superficie que fue evaluada en los cuadrantes desarrollados para propósitos del estudio, con la finalidad de que el valor de esta área estuviera bien representado y cumpliera con los valores propuestos por Müeller-Dumbois *et al.* (1994).

Los elementos vegetales encontrados en el matorral submontano, en general, se encuentran distribuidos y bien representados, en el estado así como en las áreas naturales protegidas propuestas por SEDUOP de acuerdo a la revisión de literatura con los que fueron cotejadas las especies identificadas, así como la consideración de la opinión de expertos botánicos consultados.

Para la determinación de las variables utilizadas en el Índice del Valor Ecológico, cuyo resultado fue de 0.9302 se utilizó la vegetación y el grupo de las aves. Aunque esta Sierra no presenta una gran altura en comparación con otras sierras de Nuevo León, pues según Arce-Venegas (1981) la altura máxima es de 1540 m.s.n.m., fue posible observar un cambio en cuanto a la constitución biológica del matorral submontano con el gradiente altitudinal que funciona como una barrera ecológica que establece que a mayor altitud, menor diversidad. El número de especies de aves identificadas en el matorral submontano fue mayor a las identificadas anteriormente en el Bosque de Pino y Bosque de Encino de la Sierra de Picachos (22 y 48 especies respectivamente, González-Iglesias 2001), contra 195 especies en este estudio.

Con respecto a las plantas, cabe destacar que al igual que las aves, se encontró una mayor diversidad en el matorral submontano (214 especies), es de notar que para el bosque de pino se reportaron 43 especies y para el de encino 56 especies (González-Iglesias 2001), ya que ambos bosques están a mayor altitud en comparación con el matorral submontano.

En el caso de las aves, la mayor parte de las especies presentes, pertenecen al grupo funcional (gremio) insectívoro, situación predecible ya que el sotobosque es denso y con

una diversidad mayor en el matorral submontano que en cualquiera de los Bosque de encino o de Pino de la Sierra de Picachos, lo cual propicia el desarrollo de estos invertebrados y por lo tanto una abundante fuente de alimentación.

Durante los recorridos efectuados en el matorral submontano en la Sierra de Picachos, no se llevó a cabo un registro del número de individuos observados de cada especie, sino el registro de la abundancia de las especies de aves, mediante el registro de la frecuencia de avistamientos mensual de las especies de aves con el que determinamos ésta variable para cada comunidad. Destaca que en el Estado son escasos los trabajos que involucran la generación de información cuantitativa, como es el caso de número de individuos por especie, ya que estos trabajos se enfocan en el desarrollo de inventarios (González-Iglesias 2004).

Otro aspecto interesante a destacar es el flujo energético encontrado en la comunidad de matorral submontano de la Sierra de Picachos, ya que observamos mamíferos carnívoros como el oso (*Ursus americanus*) y el puma (*Felis concolor*), además de aves de rapiña como el *Buteo jamaicensis*, *Buteogallus anthracinus* y *Asturina nítida*. Organismos de este tipo requieren de grandes cantidades de alimento, ya sea de un tamaño considerable o bien de un buen número de presas. En los diferentes recorridos pudimos observar desde lagartijas y serpientes hasta pequeños y medianos mamíferos como es el caso del gato montés (*Lynx rufus*), de ratones, cacomixtles (*Basariscus astutus*), ardillas y ardillones como *Scirus alleni* y *Spermophilus variegatus*.

Para la determinación de la diversidad de las especies del tipo de vegetación bajo estudio mediante el Índice del Valor Ecológico, se efectuó la comparación de la diversidad presente en el matorral submontano de la Sierra de Picachos con los trabajos de investigación realizados en el estado de Nuevo León por distintos autores.

La asignación de valor a las especies protegidas, toma en consideración el criterio establecido por la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), además de considerar el trabajo realizado por Contreras-Balderas *et al.* (1995) el cual presenta un

criterio regional en su obra, que incluye además de los estatus considerados por la NOM-059-SEMARNAT-2010, las siguientes categorías: vulnerable, endémica, nativa e introducida, lo que permite un diagnóstico regional de la ornitofauna la cual representa el 46.0% de las aves registradas para el Estado de Nuevo León.

En cuanto a la diversidad del tipo de vegetación, los trabajos considerados, para la comparación son los desarrollados por Váldez-Támez (1981), quien describe 177 especies para un bosque de Pino-Encino y 77 especies para un Bosque de Pino en su trabajo desarrollado en la Sierra Madre Oriental; Nájera-Sánchez (1997), identificó 88 especies considerando entre los tipos de vegetación al Bosque de Encino y de Pino; Alanís-Flores *et al.* (1995 y 1996a) describe en sus trabajos 92 especies para el Parque Chipinque, mientras que para el matorral submontano de la Sierra de Picachos encontramos 214 especies.

En la determinación de la abundancia de cada comunidad, cabe destacar que de manera general, el valor obtenido mediante la clasificación de la imagen digital Landsat-8, una cobertura de 129,531.35 ha. La clasificación de la imagen se llevó a cabo utilizando una imagen de satélite Landsat 8 que contiene 2 sensores: OLI (Operational Land Image) y TIRIS (Thermal Infrared Sensor), con path y row 28-42 del 18 de marzo de 2014, con número de identificación LC80280422014077LGN00, cortesía del U.S. Geological Survey. Consideramos que este valor porcentual (87.8543) no ha cambiado significativamente, debido a que en el área no hay reportadas extracciones formales, tanto de recursos maderables, como mineros y sólo se presentan presiones normales por parte de los lugareños quienes hacen uso de leña y del agostadero.

Para la estimación del Índice de Valoración del Paisaje, cuyo valor obtenido fue de 0.5683, lo que significa que el paisaje se ve impactado por las condiciones de acceso, la distancia a las diferentes poblaciones y el número de habitantes presentes en el área de influencia de la zona de estudio. Este número es alto debido a que la mayoría de los accesos a los puntos de observación que permiten un mayor detalle, requieren de permiso por parte de los dueños de los distintos ranchos, inclusive la mayoría de los

derechos vecinales están sujetos a permiso, ya que las puertas están bajo llave. Aquellos caminos libres, no presentan una condición ideal para el tránsito, además de terminar a una corta distancia (menos de 5 km en general) a partir de las vías de comunicación antes citadas y a una distancia de 4 km al pie de monte de la Sierra. Sólo se presentan veredas en algunos casos, las cuales están limitadas por matorral submontano en una condición de matorral cerrado en su mayoría. Los caminos adecuados son de propietarios privados en donde los accesos están altamente restringidos mediante personal de los ranchos, así mismo cabe destacar la vigilancia de los comisariados ejidales en los predios sociales.

Mientras que el índice de la condición de desarrollo vegetal, cuyo valor obtenido fue de 0.9974, hace referencia a una condición buena de la vegetación, ya que con base en el listado florístico elaborado, existen 214 especies para el matorral submontano de la Sierra de Picachos, de las cuales únicamente 3 son consideradas como elementos de disturbio y resultados similares se obtuvieron mediante las evaluaciones de los cuadrantes, donde de un total de 86 especies, sólo 2 son agentes de disturbio. Esta característica está estrechamente ligada con la condición arriba mencionada de los accesos restringidos en los predios particulares y la constante vigilancia de los predios ejidales.

Considerando que el rango para la estimación de la calidad ambiental de cada uno de los índices evaluados va de 0 a 1, el resultado presentado de manera general por cada uno de los cuatro índices estimados de manera separada, presentó un valor superior al 50%, es decir, mayor al 0.5, lo cual sostiene que al menos la condición general de la comunidad vegetal bajo estudio para cada uno de los índices de manera independiente, es “media“ con tendencia a una “alta” integridad. Esto implica que la comunidad del matorral submontano se ha mantenido a pesar de que se presentan factores de disturbio como son la ganadería extensiva, la extracción de leña para uso doméstico, la captura de aves canoras y la cacería furtiva, todos ellos con una menor intensidad, además de la actividad minera intermitente y puntual. A pesar de la presencia de estos factores que propician el impacto en la condición de la Sierra, el resultado obtenido por el IIE para el

matorral submontano fue de 3.311 por lo que su condición o integridad es “Alta”. Mientras que para la comunidad de Bosque de Encino, el IIE obtenido en el estudio de González-Iglesias (2001) fue “Media” y “Alta” en el caso del Bosque de Pino, a pesar de encontrarse esas comunidades bajo constante extracción de elementos biológicos del ecosistema como leña, agostadero y actividades de pesca y caza furtiva.

La condición media a alta de la integridad ecológica del matorral submontano, obtenida por cada uno de los índices de manera separada, coincide de manera general, con los valores obtenidos en el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Weiner (1971) determinado para la comunidad vegetal. Sin embargo el hecho de manejar un mayor número de métricas robustece la evaluación, en mayor medida, que el uso de un sólo indicador.

En este trabajo fue generada información novedosa e importante para la evaluación de un sitio de importancia para la conservación mediante la aplicación de las herramientas multimétricas, las cuales pueden ser utilizadas eficientemente en otras localidades para determinar la condición o integridad ecológica de las mismas.

## CONCLUSIONES

Mediante el uso de Índices de Calidad Ambiental fue posible evaluar la Integridad Ecológica del matorral submontano de la Sierra de Picachos, misma que servirá como herramienta en la toma de decisiones para futuras acciones de conservación. La determinación de la Integridad Ecológica de la Sierra de Picachos generó información básica para la evaluación de los distintos índices que permiten una integración de métricas para la asignación de valores cuantitativos.

El resultado obtenido por el Índice de Integridad Ecológica para el matorral submontano de la Sierra de Picachos fue de 3.311 por lo que su condición o integridad es “Alta”. Esto con base en los resultados obtenidos para cada uno de los cuatro índices estimados de manera separada, los cuales presentaron un valor superior a 0.5. El Índice de Densidad de la Vegetación del matorral submontano de la Sierra de Picachos obtenido fue de 0.8151. El Índice del Valor Ecológico fue de 0.9302 el cual se obtuvo utilizando la vegetación y el grupo de las aves, cuyo gremio predominante fue el insectívoro, debido a la gran presencia de invertebrados en el matorral, lo cual proporciona una abundante fuente de alimentación. El Índice de Valoración del Paisaje obtenido fue de 0.5683, este número refleja las condiciones de acceso, ya que en la mayoría de los casos se requiere de un permiso para entrar a los sitios por ser de dueños particulares, o bien a la vigilancia en los predios ejidales. El valor obtenido del Índice de la Condición del Desarrollo Vegetal del matorral submontano fue de 0.9974, lo cual se traduce en una buena condición de la vegetación, ya que de las 214 especies encontradas únicamente 3 son consideradas como elementos de disturbio. Esta característica está estrechamente ligada con la condición antes mencionada de los accesos a la Sierra de Picachos.

La comunidad de matorral submontano presenta una alta diversidad de grupos de flora (214 especies) y ornitofauna (195 especies), aunque la mayoría no han sido suficientemente estudiados como es el caso de *Myrospermum sousanum*, la mayor parte de estos organismos identificados se presentan de manera representativa en diversas localidades del estado.

Aun cuando la integridad ecológica del matorral submontano presenta una condición calificada como “alta”, ésta se encuentra bajo una fuerte presión de constante extracción de elementos biológicos del ecosistema como son el uso doméstico de leña, el agostadero, la extracción de aves canoras y actividades de pesca y caza furtiva.

La evaluación de un método que de manera integral incluye la estimación de diversas variables, resulta mejor para la determinación de la condición de un ecosistema en comparación con aquellas que son evaluadas de manera unidimensional. Las herramientas de evaluación de los impactos ambientales son compatibles con la metodología propuesta para el uso de índices multimétricos como es el Índice de Integridad Ecológica propuesto en este estudio.

## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere disminuir la presión a los recursos naturales del matorral submontano de la Sierra de Picachos mediante la implementación de alternativas de ingresos para la gente, como el ecoturismo, la producción y venta de hortalizas orgánicas, la implementación de estufas “Lorena”, el mejoramiento del pie de cría, el uso de fuentes alternas de energía.

Se recomienda la generación de información biológica básica, específica y actual para cada uno de los sitios propuestos como sitios de interés para la conservación y que de esta manera se concreten y robustezcan las acciones de conservación de regiones prioritarias o áreas naturales protegidas tanto por instancias estatales.

## BIBLIOGRAFIA

Alanís-Flores, G.J. 2004. Florística de Nuevo León. En: Luna I., Morrone J.J. y Espinoza D. (eds). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental, pp. 243-258, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Alanís-Flores G.J.; Cano G.; Rovalo M. 1996a. Vegetación y Flora de Nuevo León, una Guía Botánico-Ecológica. Impresora Monterrey, S. A. de C. V. México. 251 p.

Alanís-Flores, G.J., González-Álvarez M., Guzmán-Lucio M.A. y Cano y Cano G. 1995. Flora Representativa de Chipinque. Árboles y Arbustos. 1era parte. Monterrey, Nuevo León.

Alanís-Flores G.J., González-Álvarez M., Guzmán-Lucio M.A., Cano y Cano G., y Rovalo-Merino M. 1996b. Flora Representativa de Chipinque. Flores y Helechos. 2a parte. Monterrey, Nuevo León.

Alanís-Rodríguez E.; Jiménez J.; Aguirre O. A.; Treviño E.; Jurado E.; González M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Ciencia UANL 11(1): 56-62.

Alanís-Rodríguez E.; Jiménez J.; Espinoza D.; Jurado E.; Aguirre O.A.; González M.A. 2008. Evaluación del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el Parque Ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14(2): 81-87.

Arce-Venegas H. 1981. Cartografía Geológica de la Sierra de Picachos, Estado de Nuevo León. Escuela de Ingeniería. Tesis inédita. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Arellano M y Rojas P. 1956. Aves acuáticas migratorias en Mexico. I. Inst. Mex. De Rec. Nat. Ren., A.C. Mexico, D.F. Mexico.

Arriaga L. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental* 1(1): 6-16.

Arriaga L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L. y Loa E. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Ballesteros-Medrano O. 2004. Aves asociadas al bosque fragmentado de cedro (*Juniperus monosperma* y *Juniperus depeanna*) en el municipio de Aramberri, Nuevo León. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Bahena-Rodríguez A. 1990. Taxonomía y notas ecológicas de roedores heteronómidos del municipio de Cerralvo, N.L. México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Blake, E. R. 1953. Birds of Mexico. A guide for field identification. University of Chicago Press. Chicago, EUA.

Borré-González D.A., García-Salas J.A. y Contreras-Balderas A.J. 2011. Presencia del tinamú canelo (*Crypturellus cinnamomeus*) en dos áreas naturales protegidas del centro de Nuevo León, México. *HUITZIL* 12(2):43-47.

Bowner J.E. and Zar J.H. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WMC Brown Company Pub. Iowa. USA. pp 237.

Briones O. y Villarreal-Quintanilla J.A. 2001. Vegetación y flora de un eco-tono entre las provincias del Altiplano y de la Planicie Costera del Noreste de México. *Acta Botánica Mexicana* 55:39-67.

Briones-Villarreal O.L. 1991. Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana* 16:15-43.

Bullock S.H., Mooney H.A. y Medina E. 1995. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press, Cambridge.

Cabral-Cordero I., Villarreal-Quintanilla J.A. y Estrada-Castillón A.E. 2007. *Agave albopilosa* (Agavaceae, Subgénero *Littaea*, grupo *Striatae*), una nueva especie de la Sierra Madre Oriental en el noreste de México. *Acta Botánica Mexicana* 80:51-57.

Cain S.A. 1950. Life-forms and phytoclimate. *Botanical Review* 16:1-32.

Canales-del Castillo R., González-Rojas J.I., Ruvalcaba-Ortega I. y García-Ramírez A. 2010. New breeding localities of Worthen's Sparrows in northeastern Mexico. *Journal of Field Ornithology* 81(1):5-12.

Canizales-Velázquez P.A., Alanís-Rodríguez E., Aranda-Ramos R., Mata-Balderas J.M., Jiménez-Pérez J., Alanís-Flores G., Uvalle-Sauceda J.I., Ruiz-Bautista M.G. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. 2009. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*.

Cantú-Pérez J.J. 1985. Las aves acuáticas y semiacuáticas de la presa José López Portillo (Cerro Prieto), municipio de Linares, N.L., México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Cantu-Pérez, J. de J. y A.J. Contreras Balderas. 1988. Aves acuáticas y semiacuáticas de la presa José López Portillo; Linares, N.L. México, Memorias. Noveno Congreso Nacional de Zoología, México. II: 150-153.

Castillo-Argüero S., Montes-Cartas G., Romero-Romero M.A., Martínez-Orea Y., Guadarrama-Chávez P., Sánchez-Gallén I. y Núñez-Castillo O. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F., México). Boletín de la Sociedad Botánica de México 74:51-75.

Collwell, R.K. y Coddington J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B) 345:101-118.

Colwell, R.K. 2013. Estimates 9.1.0. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. <http://viceroy.ebb.uconn.edu/estimates> [Revisado el 18 de marzo de 2014].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1996. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_076.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_076.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. <http://www.conabio.gob.mx>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2000. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_076.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_076.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. Portal de Geoinformación. en: [www.conabio.gob.mx/informacion/gis/](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/) (consultado 5 noviembre 2011).

Conesa-Fernández-Vítora V. 1996. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa. New York. Pauchard, A. 1998.

Contreras-Balderas A.J., Ballesteros-Medrano O. y García-Salas J.A. 2012. Black-Capped Vireo (*Vireo atricapilla*) in Urban Areas of Monterrey, Nuevo León, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 57(2):212-213.

Contreras-Balderas A.J. y Gaspar-Rodríguez B.L. 2010. Red Crossbill (*Loxia curvirostra*) in Nuevo León, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 55(2):287-288.

Contreras-Balderas A.J., González-Rojas J.I., García-Salas J.A. y Ruvalcaba-Ortega I. 2008. Nuevo León. Pp. 165-198. En R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y A.T. Peterson (Eds.). *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 165-198. ISSN: 1870-7777.

Contreras-Balderas A.J., Ruiz-Campos G. y García-Salas J.A. 2006. A comparison of the bird community of creosote bush scrub during two consecutive summers in the municipality of Garcia, Nuevo Leon, Mexico. *Texas Journal of Science* 58(4):333.

Contreras-Balderas A.J. 1994. Resumen avifaunístico de Nuevo León, México. En Dickerman, R.W. (Comp.) *The era of Allan R. Phillips: A Festschrift*. Horizon communication, Albuquerque, New Mexico, EUA. Pp. 35-44.

Contreras-Balderas S., González-Saldívar F., Lazcano-Villarreal D., Contreras-Arquieta A. 1995. Listado Preliminar de la Fauna Silvestre del Estado de Nuevo León, México. Consejo Consultivo Estatal para la Preservación de la Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León. México.

Contreras-Balderas A.J. 1994. La familia Columbidae (Aves Columbiformes) en el Estado de Nuevo León, México. *Publ. Biol., Facultad de Ciencias Biológicas., Univ. Autónoma de Nuevo León, México* 7:36-44.

Contreras-Balderas A.J. 1977. Ornitofauna comparativa de tres áreas fisiográficas del sur de Nuevo León, México. Memorias. Primer Congreso Nacional de Zoología, México. I: 186-190

Costanza R. 1992. Toward an operational definition of ecosystem health. *Ecosystem Health: New goals for environmental management.* (eds). R. Costanza, B. G Norton and B. D. Haskell). Island Press. Washington. pp. 239 – 256

Cotera-Correa M., Contreras-Balderas A.J. 1985. Ornitofauna de un transecto ecológico del cañón de la Boca, Santiago, N.L. México. *Publicaciones Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.* 2(1): 31-49.

Challenger A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Universidad Nacional Autónoma de México/Agrupación Sierra Madre S. C., México, D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental, Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres, Categorías de Riesgo y especificaciones para su exclusión, inclusión o cambio, lista de especies en riesgo. México.

Durán E., Meave J.A., Lot E.J. y Segura G. 2006. Structure and tree diversity patterns at the landscape level in a Mexican tropical deciduous forest. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79:43-60.

Edwards, E.P. 1955. *Finding birds in Mexico.* Ernest P. Edwards and Co. Publicado por el autor. EUA

Enkerlin E.C., Sada A.M., Gonzalez J.I., Cotera M., Guzmán- Velasco A., Contreras A., Niño J.A. y Garcia J.A. 2000. AICA NE-09, Picachos. En Arizmendi, M.C. y L.

Márquez (Eds.), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CIPAMEX. México, D.F., México. pp 128.

Environmental Protection Agency (EPA). 1995. Discover Wetlands. Washington State Department of Ecology. Publication no. 88-16-a. 52 pp

Estrada-Castillón E., Villarreal-Quintanilla J.A., Jurado-Ybarra E., Cantú-Ayala C, García-Aranda M.A., Sánchez-Salas J., Jiménez-Pérez J. y Pando-Moreno M. 2011. Clasificación, estructura y diversidad del matorral submontano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. *Botanical Sciences* 90 (1): 37-52.

Estrada-Castillón E., Villarreal-Quintanilla J.A. y Jurado E. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana* 73:1-18.

Estrada, E.; Yen A.D.; Villarreal J. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75: 73-85.

Flores-Maldonado J.J. y Ramos-Silva C.B. 2008. Monitoreo de la condición del estado de la vegetación del Monumento Natural Cerro de la Silla. Caracterización del Monumento Natural Cerro de la Silla. Informe Técnico. LabSIG, Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Campus Monterrey, Monterrey N.L. pp. 1-52.

Flores Maldonado J.J.; Ibarra-Sánchez C., González-Iglesias R.M., Ortiz-Maciel S.G.; Villa-Hernández N.N., Ramos-Silva C.B., Paz-Tovar O.G. y Salazar-Hernández S.G. 2012. Capítulo 3. Contribución preliminar al conocimiento de la biodiversidad de las comunidades rurales en la Sierra Madre Oriental. En: *Especies, Sociedad y Hábitat* A. C. (eds). *Biodiversidad y desarrollo rural en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León*, Pp. 67-105. Secretaría de Desarrollo Social - Especies Sociedad y Hábitat, A. C e Instituto Nacional de Desarrollo Social, Programa de Coinversión Social, Monterrey, N. L. pp: 25-54

Flores-Villela, O. y P. Gérez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados. Vegetación y uso de suelo. 2ª edición. Ediciones Técnico Científicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp7-26, 35-46, 189-193.

Foroughbakhch R.; Alvarado M.A.; Núñez A.; Hernández J.; Rocha A. 2003. Structural analysis and performance of *Helietta parvifolia* (Gray) Benth. in southeastern Nuevo Leon, Mexico. *Interciencia* 28(11): 651-655.

Franco-López J., De la Cruz-Agüero G., Cruz-Gómez A., Rocha-Ramírez A., Navarrete-Salgado N., Flores-Martínez G., Kato-Miranda E., Sánchez- Colón S., Abarca-Arenas L.G., Bedia-Sánchez C.M., Winfield-Aguilar I. 1985. Manual de Ecología. Editorial Trillas. México. pp 93 -113.

Friedmann R., Griscom L. y Moore R.T. 1950. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part I. Pacific Coast Avifauna. Cooper Ornithological Club. 29:1-202.

Gallardo-Cruz J., Meave J.A. y Pérez-García E.A. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76:19-35.

García E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koepen. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, México, D.F.

García J.; Jurado, E. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai* 4(1): 1-21.

García-Aranda M.A. 1996. Análisis de la Cubierta Vegetal y Propuesta para la Zonificación Ecológica del Cerro El Potosí, Galeana, N.L., México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L. Mexico.

García-Salas J.A., Contreras-Balderas A.J., Ballesteros-Medrano O. y Guzmán-Velasco A. 2010. Avifauna from Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo Leon, Mexico. *Texas Journal of Science* 62(4):297-304.

Giménez-de Azcárate J. y González-Costilla O. 2011. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luís Potosí, México). *Acta Botánica Mexicana* 94:91-123.

González-Costilla O., Jiménez-de Azcárate J., García-Pérez J. y Aguirre-Rivera J.R. 2007. Flórula vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luís Potosí, México. *Acta Botánica Mexicana* 78:1-38.

González-Iglesias R.M. 2001. Evaluación de la integridad ecológica en las comunidades de bosque de encino y bosque de pino de la Sierra de Picachos, Nuevo León. Tesis Inédita. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. *Campus Monterrey*.

González-Iglesias R.M., Ortiz-Maciél S.G., Contreras-Balderas A.J., Albeldaño-Vázquez W.A. y Flores-Maldonado J.J. 2004. Bird Community from Sierra de Picachos, Nuevo Leon, México. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 37(2):68-73.

González-Medrano F. 1972. La vegetación del nordeste de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 43:11-50.

González-Rojas J.I., Cruz-Nieto M.A., Ballesteros-Medrano O. y Ruvalcaba-Ortega I. 2006. First breeding record of a Mountain Plover in Nuevo León, Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology* 118(1):81-84.

González-Rojas J.I., Contreras-Balderas A.J., García-Salas J.A. y Torres-Ayala J.M. 1998. The avifauna of Anahuac, Northern Nuevo León, México. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 31(2):127-137.

González-Saldívar F.N. 1982. Estudio preliminar sobre el cacomixtle (*Bassariscus astutus flavus* Rhoads 1894), en el municipio de Agualeguas, Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Gracia-Manzano C.G. 1988. Ornitofauna de un transecto ecológico en el municipio de Santiago, N.L., México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Gracia-Manzano A.G. and Contreras-Balderas A.J. 1988. Ornitofauna de un transecto ecológico en la Sierra Mauricio, Santiago, N.L. México. *Memorias. Noveno Congreso Nacional de Zoología, México. II: 145-149.*

Guerrero-Torres J.E. 1972. Estudio ornitofaunístico de un transecto ecológico del cañón de Meleros, Centro de Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Gutiérrez-Lobatos J.L. 1970. El matorral submontano en los alrededores de Monterrey, Nuevo León. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza. 74 Pp.

Guzmán-Velazco A. 1998. Distribución Altitudinal de la Avifauna del Cerro del Potosí, Galeana, Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Hammer Ø, Harper D.A.T y Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9.

Hori-Ochoa M.C. 1998. Variabilidad de las Respuestas Espectrales de acuerdo a los Cambios Fenológicos de la Vegetación del Anticlinoro de Arteaga, Coahuila y Nuevo León, México. Tesis Inédita. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Howell, S.N.G. and Webb S. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press Inc. New York.

Hubbard, J. P. y Crossin R.S. 1974. Notes on northern Mexican birds: an expedition report. *Nemouria* 14:1-41.

Ibarra-Sánchez C y Paz-Tovar O G. 2013. Capítulo 4. Fauna. En: Participación Social y Capital Natural de Zaragoza, N. L. Especies, Sociedad y Hábitat, A.C. (eds). Instituto Nacional de Desarrollo Social, Programa de Coinversión Social, Monterrey, N. L. pp: 54-68.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1988. Atlas Nacional del Medio Físico. Escala 1:1,000,000

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986a. Carta de climas, Monterrey, escala 1: 1,000000. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 1978a. Carta Edafológica, Larraldeña. G14-A76. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978b. Carta Edafológica, Rancho Nuevo. G14-A77. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).1978c. Carta Edafológica, Mamulique. G14-A86. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978d. Carta Edafológica, Los Nogales. G14-A87. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986b. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. 170 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986c. Síntesis geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2008. Carta digital, uso de suelo y vegetación, escala 1: 250,000. Serie II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Carta digital, uso de suelo y vegetación, escala 1: 250,000. Serie III. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Geológica, Larraldeña. G14-A76. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Geológica, Rancho Nuevo. G14-A77. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Geológica, Mamulique. G14-A86. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Geológica, Los Nogales. G14-A87. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Larraldeña. G14-A76. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Rancho Nuevo. G14-A77. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Agualeguas. G14-A78. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Mamulique. G14-A86. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Los Nogales. G14-A87. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Cerralvo. G14-A88. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Marín. G14-C16. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta Topográfica, Apodaca. G14-C17. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta de Uso del Suelo Vegetación, Larraldeña. G14-A76. Escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1978. Carta de Uso del Suelo Vegetación, Rancho Nuevo. G14-A77. Escala 1:50,000.

International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code). 2006. Publicado en internet, <http://ibot.sav.sk/icbn/main.htm> (accesado Enero de 2012).

Iruegas-Sánchez L.J. 1983. Las aves acuáticas y semiacuáticas de las presas del Rancho La Ceja, China, N.L., México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Karr-James R. 1998. Defining and measuring river health. *Freshwater Biology*.

López-Ramos E. 1980. Geología de México. Tomo II. 2ª Edición. México. pp 244-341.

Macías-Caballero C.M. 1999. Listado de aves reregistradas para el estado de Nuevo León. Información no publicada. Club de Observadores de Aves.

Marroquín J.S. 1968. Datos botánicos de los cañones orientales de la Sierra de Anáhuac al sur de Monterrey. No 14 de los Cuadernos del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza.

Marroquín J.S., Borja G., Velázquez R. y de la Cruz J.A. 1964. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Instituto. Nacional de Investigaciones. Forestales. Publ. Esp. 2. México, D.F.

Martín-Del Campo, R. 1959. Contribución al conocimiento de la ornitología de Nuevo León. *Universidad (Mexico)* 16-17:121-180.

Melgoza-Castillo A. 1977. Estudio florístico ecológico de comunidades secundarias de matorral submontano en Santiago, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, 75 pp.

Miller, A.H, Friedman H., Griscom L. y Moore, R.T. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part II. Pacific Coast Avifauna. Cooper Ornithological Club 33:1-436.

Miranda F. y Hernández-X.E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179.

Mittermeier R.A. y Goetsch C. 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex, Ciudad de México.

Monroy-Ojeda A. 2009. Primer registro de la tángara ala amarilla (*Thraupis abbas*) en el estado de Nuevo León, México. HUITZIL 10(1):1-2.

Monroy-Ojeda A. 2010. Primer registro de la eufonia garganta negra (*Euphonia affinis*) en el estado de Nuevo León, México. HUITZIL 11(1):1-3.

Monroy-Ojeda A. y Grosselet M. 2008. Registros de la tángara azulgris (*Thraupis episcopus*) en el estado de Nuevo León, México. HUITZIL 9(2):29-31.

Monroy-Ojeda A. y Sánchez-Morales N.E. 2009. Registro del mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola*) para el estado de Nuevo León, México. HUITZIL 10(1):19-21.

Montiel de la Garza F.G. 1978. Estudio de nidación del gavilán blanco (*Eleanus leucurus majusculus* Bangs y Penard 1920) en Cadereyta Jiménez, N.L., México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.

Moreno, C y Halffter G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. Journal of Applied Ecology 37:149–158.

Moreno-Talamantes A. 2013. Capítulo 3. Flora y Vegetación. En: Participación Social y Capital Natural de Zaragoza, N. L. Especies, Sociedad y Hábitat, A.C. (eds). Instituto Nacional de Desarrollo Social, Programa de Coinversión Social, Monterrey, N. L. pp: 18-52

Moya-Rodríguez J.G. 1982. Estudio descriptivo y florístico de las unidades sinicológicas de la Sierra La Silla, Nuevo León, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N.L.83 pp.

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

Muller C.H. 1938. Relation of the vegetation and climatic types in Nuevo Leon, Mexico. *American Midland Naturalist* 21: 687- 729.

Müeller-Dombois D. y Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons Ltd. New York.

Nájera-Sánchez Rodolfo. 1997. Caracterización ecológica del parque ecológico Chipinque ubicado en los municipios de San Pedro Garza García y Monterrey en el estado de Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

National Geographic Society. 2002. *Field Guide to the Birds of North America*. 4a Edición. Washington, D.C.

Neyra-Morales, B.A. 1993. Situación actual del pato real mexicano, *Cairina moschata* en los estados de Tamaulipas y Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Niño-Ramírez, J.A. 1989. Análisis preliminar de la dieta de verano del oso negro (*Ursus americanus*), en la Sierra los Picachos, Higueras, Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Odum, E. 1971. Ecología. 3ª edición. Editorial Interamericana. México. p 563-564.

Palacio J.L.; Bocco G.; Velázquez A.; Mas J.F.; Takaki F.; Victoria A.; Luna L.; Gómez G.; López J.; Palma M.; Trejo I.; Peralta A.; Prado J.; Rodríguez A.; Mayorga R.; González F. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM (43): 183-203.

Panti-Madero M.A. 1992. Una comparación de la estructura de un matorral submontano en dos condiciones de explotación forestal. Tesis de Maestría, Universidad de Morelos, Morelos, N.L., México. 111 pp.

Periódico Oficial del Estado de Nuevo León. 2003. Decreto por el que se reforma el párrafo primero y punto 15 del artículo primero de la declaratoria de 23 áreas naturales protegidas con el carácter de zonas sujetas a conservación ecológica del estado de Nuevo León, publicada en el Periódico Oficial del Estado los días 24 de noviembre y 20 de diciembre de 2000. Monterrey, Nuevo León, México. Pp 22-27.

Peterson R.T. y Chalif E. L. 1998. Aves de México, Guía de Campo. Editorial Diana. México.

Quiroga-Ayala R. 1983, Datos biológicos de la codorniz escamosa *Callipepla squamata castanogastris* (Brewster) en el municipio de Vallecillos, Nuevo León, México. Tesis Inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Ramos-Silva C.B. 2001. Florística y Etnobotánica de la Vertiente Norte de la Sierra de Picachos, Nuevo León, México. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Ramírez-Álvarez E. 1984. Unidades fisonómico-florísticas de la Sierra Las Mitras, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N.L., México. 76 pp.

Richards, J. A. 1993. Remote Sensing. Digital Image Analysis. 2ª Edición, Berlin: Springer-Verlag. 280 pp.

Reyes-Hernández, F. 2000. Diversidad de Aves residentes y migratorias presentes en tres tipos de vegetación en el sureste de Nuevo León. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N.L. Mexico. 102 pp

Richards, J.A. 1993. Remote sensing digital image analysis: an introduction. 2a edición. Springer-Verlag. Universidad de California, EUA. 340 pp.

Rojas-Mendoza P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis inédita. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rzedowski J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. (eds). Oxford University Press: New York, p.p. 129-145.

Rzedowski J. 2006. Vegetación de México. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.

Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.

Rzedowski J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina V. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

Ruvalcaba-Ortega I, González-Rojas J.I. y Contreras-Balderas A.J. 2004. Seasonal and ecological associations of the avifauna from Sierra San Antonio-Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo Leon, Mexico, The Texas Journal of Science 56(3):197-206.

Salinas-Rodríguez M.M. y Estrada-Castillón E. 2013. Flora and Phytogeography of The Cañón de Iturbide, Nuevo Leon, Mexico. Journal of the Botanical Research Institute of Texas 7(2). Pp. 803-819.

Sánchez-Vega H. V. 1967. Vegetación de una Porción del Anticlinal de Los Muertos, Sierra Madre Oriental. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1982. Normales Climatológicas (1941-1970).

Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (SEDUOP). 2000. Áreas Naturales Protegidas para la Conservación Ecológica en el Estado de Nuevo León. Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, Subsecretaría de Ecología. Monterrey, Nuevo León, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006. El Medio Ambiente en México 2005: en resumen. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Instituto Nacional de Ecología. 1996. Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000. Primera edición. México.

Sibley, D. A. 2003. The Sibley Field Guide to Birds of Eastern North America. Knopf. 432 pp.

Suter G. W. 1993. A critique of ecosystem health concepts and indexes. Environmental Toxicology and Chemistry. 12, 1533 -1539.

Sutton G.M. 1941. Some birds recorded in Nuevo Leon, Mexico. Condor 43:158-160.

Sutton G.M. 1942. Mexican Black Hawk in Tamaulipas; a correction. Auk 59:108.

Sutton G.M. 1948. White-troated or Bat Falcon in Nuevo Leon, Mexico. Auk 65:603.

Sutton G.M. 1951. Mexican birds. First Impression. University of Oklahoma Press. Oklahoma, EUA.

Sutton G.M. y Pettingill O.S. 1943. Birds of Linares and Galeana, Nuevo Leon, Mexico. Louisiana State University Museum of Zoology, Occasional Papers 16:273-291.

Sutton, G.M., O.S. Pettingill, Jr. y R.B. Lea. 1942. Notes on birds of the Monterrey District of Nuevo Leon, Mexico. The Wilson Bulletin 54(3):199-203.

Sutton G.M. y Burleigh T.D. 1939. A new Screech Owl from Nuevo Leon. The Auk 56(2):174-175.

Swain, Philip H., y Shirley M. Davis. 1978. Remote Sensing: The Quantitative Approach. New York: McGraw Hill Book Company.

Tamayo J. L. 1987. Geografía Moderna de México. 9a edición. Editorial Trillas. México. pp 370 - 377

The American Ornithologists' Union (AOU). 2014. Checklist of North and Middle American Birds. <http://checklist.aou.org/taxa/> [Revisado el 25 de junio de 2014].

The International Plant Names Index. 2012. Publicado en Internet; <http://www.ipni.org> (accesado junio de 2014)

The Plant List. 2010. Version 1. Publicado en Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accesado junio de 2014).

Trejo-Vázquez I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas (Mx)* 39:40-52.

Treviño E.J.; Cavazos C. y Aguirre O.A. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1): 13-25.

Valdés-Peña R.A. y González-Rojas J.I. 2006. Feral parrots in Monterrey, México: another result of the illegal bird trade. *PsittaScene* 18(2):8-9.

Valdés-Peña R.A., Ortiz-Maciel S.G. y Núñez-Gonzalí A. 2009. Registros recientes de tres especies de aves en el estado de Nuevo León, México. *HUITZIL* 10(1):3-6.

Valdés-Peña R.A., Ortiz-Maciel S.G. y Zorrilla-Vargas D. 2010. Primer registro del zorzal corona-negra y registros adicionales del trepatroncos corona-punteada y del mirlo pinto en el estado de Nuevo León, México. *HUITZIL* 11(1):4-8.

Váldez-Támez V. 1981. Contribución al Conocimiento de los Tipos de Vegetación, su Cartografía y Notas Florístico-Ecológicas del Municipio de Santiago, N.L., México. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Velazco-Macías C.G. 2009. Flora del Estado de Nuevo León, México: Diversidad y Análisis Espacio Temporal. Tesis para obtener el Grado de Doctor. UANL, FCB, México.

Villarreal-Quintanilla J.A. 1979. Vegetación del municipio de Los Ramones, Nuevo León. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N.L., México. 68 pp.

Villarreal-Quintanilla J.A. y Estrada-Castillón A.E. 2008. Flora de Nuevo León. Listados Florísticos de México XXIV. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Villaseñor J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75:105- 135.

Villaseñor J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliphyta de México. Interciencia.28: 160-167.

Villegas-Durán G. 1972. Tipos de vegetación en los municipios de Linares y Hualahuises, N.L.; sus características, aprovechamiento y condiciones ecológicas en que se desarrollan. Tesis de licenciatura. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. 97 pp.

White S.S. 1940. Vegetation of the Cerro de la Silla, near Monterrey, Mexico. Papers of the Michigan Academy of Science, Arts, and Letters 46:87-98.

Woerner P.M. 1991. Los suelos bajo vegetación del matorral del noreste de México, descritos a través de ejemplos en el campus universitario de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León. Reporte científico No 22. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **RESUMEN BIOGRÁFICO**

Rubén Marcos González Iglesias, biólogo egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental con Especialidad en Evaluación e Impacto egresado del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Actualmente se desempeña como director de Proyectos y Consultor Ambiental para diversas empresas. Ha desarrollado estudios y gestoría diversa ante la SEMARNAT, PROFEPA, STPS, CONAGUA, SCT, SEDENA, Protección Civil, así como otras dependencias ambientales y de seguridad a nivel federal, estatal y municipal en la República Mexicana. Sus áreas de investigación y desarrollo abarcan la gestión ambiental, seguridad industrial, proyectos productivos y de conservación y ecología y conservación. Es autor y coautor de diversos libros y artículos científicos. Es miembro fundador de la Asociación civil: Especies, Sociedad y Habitat. Entre sus intereses destacan la ornitología, el área de impacto ambiental, manejo sustentable de ecosistemas, biología de la conservación y la gestión de proyectos.