

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL RANCHO EXPERIMENTAL
TESEACHI, ZONA DE TRANSICIÓN ENTRE EL BOSQUE TEMPLADO Y EL
PASTIZAL EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA, MÉXICO**

POR:

I.Q. VIOLETA RAMOS CASTILLO

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS

ÁREA MAYOR: RECURSOS NATURALES

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

DICIEMBRE DE 2021



Análisis de las comunidades vegetales del Rancho Experimental Teseachi, zona de transición entre el bosque templado y el pastizal en el noroeste de Chihuahua, México. Tesis presentada por Violeta Ramos Castillo como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias, ha sido aprobada y aceptada por:

Ph.D. Carlos Ortega Ochoa
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología

D.Ph. Agustín Corral Luna
Secretario de Investigación y Posgrado

Ph.D. Iván Adrián García Galicia
Coordinador Académico

Dr. José Humberto Vega Mares
Presidente

15 DE DICIEMBRE DE 2021

Fecha

Comité:
Ph.D. Alicia Melgoza Castillo.
Dr. Guadalupe Nelson Aguilar
Palma.
Dr. Francisco Joel Jahuey Martínez

© Derechos Reservados
AUTOR: VIOLETA RAMOS
CASTILLO DIRECCIÓN:
PERIFÉRICO FRANCISCO R.
ALMADA KM.1, CHIHUAHUA,
CHIH., MÉXICO C.P. 31453
DICIEMBRE 2021

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para la realización de los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma de Chihuahua, en especial a la Facultad de Zootecnia y Ecología por permitirme formar parte del grupo de alumnos de posgrado y brindar las facilidades para realizar el estudio en el Rancho Teseachi.

A mi asesor el Dr. Humberto Vega por todo el apoyo brindado y por ser un excelente guía en este camino, por su paciencia, sus enseñanzas y consejos, de igual forma a los integrantes de mi comité de tesis por las recomendaciones recibidas.

A mis compañeros Sebastián, Adriana, Marcos, Fernando y Roció que me ayudaron en la recolección de datos y durante mi paso por la maestría.

CURRICULUM VITAE

La autora del presente trabajo nació el 30 de agosto de 1988 en la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México.

- | | |
|-------------|---|
| 2007 - 2012 | Estudios de licenciatura en la carrera de Ingeniero Químico Ambiental, egresada de la Facultad de Ciencias Químicas de la UACH. |
| 2013 - 2015 | Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente en Demotechnic. Chihuahua, Chih. |
| 2015 - 2017 | Ingeniero de Servicio en el Tratamiento de Aguas Residuales y de Procesos en Dana Chemicals. Chihuahua, Chih. |
| 2018 – 2020 | Estudiante de Maestría en Ciencias con Área Mayor en Recursos Naturales. |

RESUMEN

ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL RANCHO
EXPERIMENTAL TESEACHI, ZONA DE TRANCISIÓN ENTRE EL BOSQUE
TEMPLADO Y EL PASTIZAL EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA, MÉXICO

POR:

VIOLETA RAMOS CASTILLO

Maestría en Ciencias en Recursos Naturales

Secretaría de investigación y posgrado

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad autónoma de Chihuahua

Presidente: Dr. José Humberto Vega Mares

Las comunidades vegetales se caracterizan por ser asociaciones de especies con condiciones similares entre si debido al medio ambiente y su heterogeneidad. Los objetivos del proyecto fueron determinar la composición botánica, clasificar las comunidades vegetales y determinar el estatus de conservación de las mismas en el Rancho Experimental Teseachi (RET). Se distribuyeron al azar 46 sitios de muestreo y se utilizó un transecto de 100 m por sitio donde se establecieron cuadrantes para determinar el Índice de Valor de Importancia. Se aplicó un análisis de conglomerados y la técnica de varianza mínima de Ward para clasificar las diferentes asociaciones vegetales. La composición botánica está integrada por 41 familias, 112 géneros y 173 especies. Las familias más representativas fueron Poaceae, Asteraceae, Fabaceae y los géneros más numerosos fueron *Muhlenbergia*, *Quercus* y *Pinus*. En el área se

encontraron tres tipos de vegetación: pastizal, bosque de encino-pino y pino-encino con diferentes asociaciones cada uno. La vegetación del sitio fue heterogénea; sin embargo, el tipo de vegetación más extenso y distribuido en altitudes intermedias fue el de encino-pino. Las asociaciones más representativas en el estrato arbóreo fue el de *Quercus arizonica-Pinus cembroides*, arbustivo *Rhus trilobata-Cercocarpus montanus var. paucidentatus*, herbáceo graminoide *Bouteloua gracilis-Muhlenbergia rigida* y herbáceo de hoja ancha *Gibasis linearis-Sida abutilifolia*. El RET presenta índices de diversidad: riqueza específica de Margalef ≥ 5 ; dominancia de Simpson ≥ 0.5 ; equidad de Shannon-Wiener ≥ 2.8 . Con base en los resultados, las comunidades vegetales que se distribuyen en el RET están en buen estado de conservación.

ABSTRACT

ANALYSIS OF PLANT COMMUNITIES AT RANCHO EXPERIMENTAL TESEACHI, TRANSITIONAL ZONE BETWEEN TEMPERATE FOREST AND GRASSLAND IN NORTHWESTERN CHIHUAHUA, MEXICO

BY:

VIOLETA RAMOS CASTILLO

Plant communities are characterized by associations of species with similar conditions to each other due to the environment that surrounds them. The objectives of the project were to determine the botanical composition, classify the plant communities and determine their conservation status in the Rancho Experimental Teseachi (RET). 46 sampling sites were randomly distributed and a 100 m transect was used per site where quadrants were established to determine the IVI. A cluster analysis and Ward minimal variation technique were applied to classify the different plant associations. The botanical composition is compound by 41 families, 112 genders and 173 species. The most representative families were Poaceae, Asteraceae, Fabaceae and the most numerous genders were *Muhlenbergia*, *Quercus* and *Pinus*. Three types of vegetation were found in the area, grassland, oak-pine and pine-oak with different associations each. The vegetation of the site was heterogeneous, however, the most extensive and distributed vegetation type at intermediate altitudes was that of oak-pine and the most representative associations in the arboreal stratum were *Quercus arizonica*-*Pinus cembroides*, shrub *Rhus trilobata*-*Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*, herbaceous graminoid *Bouteloua gracilis*-*Muhlenbergia rigida* and other herbaceous *Gibasis linearis*-*Sida abutilifolia*. The RET presents diversity

indices: Margalef specific richness ≥ 5 ; Simpson dominance ≥ 0.5 ; Shannon-Wiener equity ≥ 2.8 . Based on the results, the plant communities that are distributed in the RET are in a good state of conservation.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
La Importancia de la Vegetación.....	3
Estructura y Función de la Vegetación.....	4
Clasificación y Distribución de las Comunidades Vegetales.....	6
Evaluación de la Vegetación.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
Sitio de Estudio.....	14
Selección de Sitios de Muestreo.....	17
Trabajo de Campo.....	17
Composición botánica.....	22
Medición del estatus de conservación de las comunidades vegetales.....	23
Análisis Estadístico.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27

Composición Botánica.....	27
Clasificación de las Comunidades Vegetales.....	29
Estatus de Conservación de las Comunidades Vegetales del RET a través de los Índices de Diversidad Alfa.....	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
LITERATURA CITADA.....	47
APÉNDICE.....	57
Listado por Grupo Taxonómico de Especies Presentes.....	57

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Familias, géneros y especies registradas en los 46 sitios de muestreo en el RET, Chihuahua, México.....	28
2	Especies con el mayor IVI en los tres estratos de vegetación	30
3	Clasificación de las asociaciones vegetales y ubicación geográfica de los grupos resultantes del dendograma.....	33
4	Riqueza de especies a través del índice de Margalef para cada uno de los grupos de asociaciones vegetales en el RET	42
5	Estructura de la vegetación y sus diferentes asociaciones vegetales del RET a través del índice de abundancia proporcional	43

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Ubicación del área de estudio, RET en el estado de Chihuahua.....	15
2	Potreros del RET.....	18
3	Tipos de vegetación según la clasificación no supervisada del INEGI 2013 en el RET.....	19
4	Distribución al azar de los 46 puntos de muestreo en el RET.....	20
5	Metodología adaptada de Foster <i>et al.</i> (1995) y Gentry (1995) para determinar las comunidades vegetales del RET en Chihuahua, México.....	21
6	Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa (Moreno, 2001).....	24
7	Dendrograma que muestra los cinco grupos y 10 asociaciones de plantas diferentes reconocidas en el RET.....	32

INTRODUCCIÓN

La definición de las comunidades de plantas es el conjunto de especies vegetales que crecen juntas en un lugar determinado y que presentan algún tipo de afinidad entre ellas determinadas por el ambiente (Krebs, 1998; Granados y Tapia, 1990; Alcaraz, 2013). Este equilibrio representa el mantener la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos para mantener cierta calidad de vida. El estudio de las comunidades vegetales constituye un importante aporte al conocimiento, integración y funcionamiento de los servicios ecosistémicos que proporcionan (Lortie *et al.*, 2004).

Un área de gran interés por los diversos servicios que aporta está en la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, corresponde al Rancho Experimental Teseachi (RET). El área se localiza dentro de la provincia fisiográfica sierras y llanuras tarahumaras (Cervantes-Zamora *et al.*, 1990) sobre la provincia biogeográfica Sierra Madre Occidental (CONABIO, 1997) y en la zona ecológica templada subhúmeda (Toledo-Manzur y Ordóñez, 2009) con presencia de bosques de coníferas, encinos y mixtos. Hoy en día estas asociaciones han estado en peligro debido a la deforestación, fragmentación de la zona y a la baja densidad de los bosques, que en términos generales presentan una tendencia a ser más abiertos y en diversas áreas están siendo desplazados por matorrales (González *et al.*, 1993; Márquez-Linares y González-Elizondo, 1998; Márquez-Linares *et al.*, 2006; González-Elizondo *et al.*, 2007).

Además, cabe destacar que en estas zonas se está presentando una progresiva fragmentación del paisaje debido al cambio de uso de suelo. La consecuencia a esta problemática se observa en el reemplazo de las

comunidades vegetales principales como bosques de coníferas por comunidades vegetales secundarias que consisten en matorrales y pastizales inducidos (Giménez de Azcárate *et al.*, 2003; Arredondo, 2017).

El área de estudio tiene una necesidad importante dado que se está haciendo uso de los recursos naturales sin tener conocimiento sobre la estructura y composición de las comunidades vegetales y el estatus de conservación de las mismas. Además, es importante tener un antecedente para monitorear la dinámica de las comunidades con el uso respecto al tiempo y espacio para una mejora en la toma de decisiones sobre uso y conservación de sus recursos. Los objetivos fueron 1) determinar la estructura y composición botánica de la vegetación, 2) Clasificar las comunidades vegetales y 3) conocer el estatus de conservación a través de índices de diversidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

La Importancia de la Vegetación

En 1988 Turner proyectó la carencia de un estándar para categorizar la vegetación por lo que propuso establecer el nivel de importancia de las especies vegetales fundamentada en puntajes que se consiguen mediante la asignación de valores a los elementos que conforman su significancia. La vegetación presenta diferentes vías de impacto de manera positiva a la sociedad y al ecosistema. La vegetación proporciona servicios ecosistémicos como sombra, alimento, regulación del clima, mejora la estructura y la fertilidad del suelo, proporciona calidad de agua, captura de carbono y biodiversidad entre otros (Czerepowicz *et al.*, 2012; Nair, 2012; Lasco *et al.*, 2014; Mbow *et al.*, 2014). Como parte de estos servicios, los sistemas pastoriles extensivos se basan en la vegetación (Altesor *et al.*, 2010).

El manejo adecuado de estos sistemas contribuye a conservar la biodiversidad, mantiene la diversidad florística y proporciona hábitat para la fauna (Alayon-Gamboa y Álvarez, 2017). Existen distintas maneras de medir el valor que tiene la vegetación, según Hoffman y Gallagher (2007) proponen la medición de la importancia cultural de las especies vegetales, esto a través de índices que se componen mediante la asignación de valores para cada determinado manejo de las especies. Otros usos importantes están los medicinales, económicos, ecológicos y sociales.

Investigadores dedicados a la ciencia agronómica resaltan la importancia del valor de las familias de plantas como Fabaceae y Poaceae radica en el uso para alimentación, sombra para la fauna y protección de fuentes hídricas

(Sánchez *et al.*, 2017). Según Cerdán *et al.* (2012) menciona que estas familias se consideran beneficiosas, ya que sus raíces protegen contra la erosión y más cuando su presencia sea en cercanías de fuentes de agua. La familia Poaceae es de las más dominantes en las tierras de pastoreo, incluye una gran cantidad de especies de distribución mundial, especialmente en ambientes xerófilos (Nicora y Rúgolo de Agrasar, 1987; Peterson *et al.*, 2001). En Argentina, Brasil, México y USA se encuentran más del 20 % de las especies, con gran cantidad de endemismos (Peterson *et al.*, 2001).

La importancia de las especies arbóreas se debe principalmente a su característica de ser maderables y a la derrama económica que esto conlleva, pero además proveen otros usos ecosistémicos como lo es su aporte para la mitigación del cambio climático (Lasco *et al.*, 2014; Sánchez *et al.*, 2017). Otro valor para los árboles de acuerdo a De Foresta *et al.* (2013) es su relevancia en las poblaciones rurales y su medio de vida debido a su provisión de servicios básicos y económicos.

Rojas *et al.* (2019) realizaron estudios en zonas de transición de vegetación espontánea y aseguran que éstos son considerados claves para sostener la biodiversidad. Las zonas de transición ayudan a conservar las comunidades que ahí se desarrollan, en este caso, un borde de cultivo algunas veces asume la tarea de conservar la diversidad de especies vegetales nativas y por ende a insectos que se benefician de las plantas (Holland *et al.*, 2016).

Estructura y Función de la Vegetación

La estructura de la vegetación se define como el patrón espacial de la distribución que presentan las plantas de una determinada superficie o

ecosistema (Barkman, 1979) o bien, la forma en que las especies se organizan en el espacio. Aramburu y Escribano (2006) mencionan que la estructura es como se distribuye vertical y horizontalmente su biomasa. En la estructura vertical, la ordenación de las especies se presenta en capas o estratos, según su altura, mientras que en la estructura horizontal la ordenación de las especies es en el espacio y no se ve afectada por su altura.

La estructura vertical se examina mediante los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (Rangel-Ch y Velázquez, 1997; Aramburu y Escribano 2006) y adicionalmente sus formas de crecimiento biológico (Raunkiaer, 1934). El conocimiento o estudio de la estratificación horizontal de la vegetación se basa en la sociabilidad de las especies a través de los parámetros de abundancia, dominancia y/o frecuencia (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974), densidad o número de individuos por unidad de superficie (Loestsch *et al.*, 1973), frecuencia, diversidad y mezcla de especies (Gadow y Hui, 1999). La evaluación de los parámetros de la estructura vertical y horizontal resulta conveniente para determinar el tipo de estructura que define a una formación vegetal, además facilita la identificación de las principales especies que conforman y dominan a las comunidades vegetales, las cuales conforman una parte de un medio más amplio como lo es el hábitat (Ferrer-Gallego, 2007). El estudio del tipo de estructura de las formaciones vegetales proporciona información confiable acerca del comportamiento de los hábitats a través del tiempo y del espacio (Arozena y Molina, 2000), otra información que provee este estudio es acerca de los numerosos procesos que se desarrollan en cada etapa del crecimiento de una comunidad vegetal (Arozena y Molina, 2000; Del Río *et al.*, 2003). Además, la

estructura de la vegetación es un recurso valioso para idear y planear un mejor manejo, aprovechamiento y conservación de los hábitats y sus ecosistemas (González-Elizondo *et al.*, 2012). La estructura describe los componentes florísticos de la vegetación: familias, géneros y especies al momento de realizar un inventario. Los inventarios tienen mayor relevancia al incluir características de estas especies como su abundancia dentro del sitio y entre estos (Louman *et al.*, 2001).

Clasificación y Distribución de las Comunidades Vegetales

Los niveles de organización ecológica de Odum y Barrlett (2005) que muestran un estudio jerárquico de los seres vivos como conjunto según los factores abióticos y bióticos que inciden en su presencia y distribución. Los niveles jerárquicos para su estudio son biosfera, bioma, ecosistema, comunidad y población. En este sentido, la distribución de la cobertura de la vegetación terrestre depende de diferentes factores, entre los más importantes son: climáticos (precipitación y temperatura), edáficos (tipo de suelo), latitud, longitud y altitud. La vegetación a nivel planeta con escala espacial refleja su distribución y hace notar un agrupamiento o clasificación en grupos afines según el rango de factores a los que han evolucionado y se le denomina bioma. Campbell (1996) definió el bioma como un conjunto de ecosistemas con características similares en una determinada área biogeográfica y que además está definido en función de su vegetación, de sus especies animales más sobresalientes y del tipo de clima en la región. Actualmente, se conocen siete biomas terrestres; tundra, taiga, bosque caducifolio, estepa, pradera y pampa, bosque mediterráneo, selva tropical y desierto.

Los ecosistemas están integrados por comunidades de seres vivos que interrelacionan entre sí y con el entorno físico en el cual se considera la estructura, comportamiento y al flujo de materia y energía (Challenger, 2001). Cuando se habla de comunidad se hace referencia a la manera en la que está estructurado el sistema y al comportamiento del conjunto de las poblaciones, es decir, es un grado de organización que se deriva de los ecosistemas (Whittaker, 1972; Ordanza, 1993). El estudio de las comunidades facilita la comprensión de los ecosistemas dado que se distribuyen en una escala local. Las comunidades vegetales muestran un cumulo de características que expresan el grado de integridad de la comunidad, es debido a esto que gran parte de los trabajos de investigación relacionados a la ecología de las comunidades se han direccionado hacia la medición de los niveles de asociación entre las especies vegetales (Krebs, 1985).

Las asociaciones vegetales se distinguen principalmente por poseer una especie dominante, y es esta especie con mayor dominancia la que determina el nombre de la asociación, en seguida están las demás especies menos presentes (Flores y Espejel, 1994). Es posible establecer unidades de ambiente-vegetación o de comunidades vegetales que integren información relevante de la florística y del medio ambiente, siempre y cuando el análisis se haya realizado de forma minuciosa, en un área concreta y homogenizada a las necesidades del trabajo. Con este precedente se define que la asociación es una comunidad vegetal específica con características ambientales determinadas, situación geográfica definida y con una combinación propia de especies sucesionalmente adecuadas

a un punto con estructura estable (Martínez-Carretero et al., 2016).

Las reglas de estructuración de las comunidades vegetales están fuertemente influenciadas por las condiciones ambientales externas. La disponibilidad de agua y nutrientes, suelo y la temperatura han sido los más estudiados (Lüttge, 1997; Gröger y Huber, 2007). A pesar del amplio conocimiento existente acerca de patrones de la vegetación y el medio terrestre, todavía existen limitaciones en el entendimiento de las estructuras de las comunidades vegetales (Villa *et al.*, 2018). Algunas zonas de vegetación son solo una estimación aproximada de los hábitats de las plantas, ya que las condiciones microecológicas también son importantes en el establecimiento, la supervivencia y la diseminación de las mismas (Villaverde *et al.*, 2017).

Los trabajos de investigación enfocados en la vegetación, en la distribución de las especies y en la zonación con distintos parámetros ambientales aumentaron significativamente a partir de Von Humboldt (1845), lo que dio paso a la realización de estudios de las plantas y la manera en la que se relacionan con el medio ambiente. En México aún falta trabajo que realizar sobre clasificación de la vegetación, especialmente por la dinámica que actualmente se presenta debido al cambio ambiental global. Los esfuerzos en pro del entendimiento, clasificación y estudio de los tipos de vegetación y sus asociaciones vegetales a nivel nacional fueron llevados a cabo por distintos investigadores en los que podemos mencionar a Miranda y Hernández-X (1963) que clasificó a la vegetación en 32 grandes asociaciones basadas en el tipo de clima. Rzedowski (1978) determinó 21 tipos de vegetación y sus asociaciones basados en caracteres ecológicos, su distribución y sus rasgos fitogeográficos,

entre otros. El trabajo de investigación desarrollado por Granados y Tapia (1990) se enfocó en la clasificación y la ordenación de las comunidades vegetales, en él se muestran definidas algunas de las técnicas más usadas en los trabajos relacionados al estudio de la vegetación.

En zonas como el norte de México, el trabajo de investigación relacionados con las comunidades vegetales se puede resaltar el de González *et al.*, (1993) donde se describió como es la estructura y composición florística de las asociaciones distribuidas en la Reserva de Biosfera “La Michilía”. En este trabajo las asociaciones fueron agrupadas respecto a sus características fisionómicas dominantes y a la correlación entre la cubierta vegetal y los factores abióticos más significativos como lo es el clima, el sustrato geológico, los suelos y la topografía. En el centro del país Sánchez (1998) dirigió una investigación relacionada a la clasificación y ordenación de la vegetación en la Sierra de Catorce en San Luis Potosí, en la cual utilizó técnicas de análisis multivariado aplicándolo en los distintos gradientes ambientales presentes a lo largo de la sierra. En el estado de Chihuahua destacan los trabajos al respecto como Shreve (1939) que reconoció cuatro comunidades vegetales dominantes (desiertos, bosques de pastizales-encinos, bosque de pinos y las comunidades vegetales de cañadas). LeSueur (1945) en su estudio en el norte del Estado, reconoce siete comunidades principales de plantas: bosque montano, bosque de *Quercus grisea*, bosque de *Quercus santaclarensis*, bosque de pino-encino, bosque espinoso, pastizales de *Bouteloua gracilis* y matorrales del desierto. Rzedowski (1978) reconoce cuatro comunidades vegetales para el Estado de Chihuahua: matorral xérico, pastizales, bosque de coníferas-encinos y bosque tropical

caducifolio. Juárez-Pérez *et al.* (2019) clasificó las comunidades vegetales en un área de islas de montaña o elevaciones semiáridas en el municipio de Manuel Benavides donde destacan comunidades de zonas áridas en las partes bajas y comunidades representativas de zonas de transición con la Sierra Madre Occidental (SMO) en las partes altas de la misma. En las zonas áridas del mismo estado, Sosa *et al.* (2006) determinó las comunidades vegetales de las zonas áridas en una parte del Desierto Chihuahuense donde encontró baja diversidad debido a la homogeneidad del ambiente con elementos característicos del desierto. En el Parque Nacional Cumbres de Majalca, Estrada-Castillón *et al.* (2003) realizaron una clasificación de las comunidades vegetales donde se encontraron elementos áridos en la parte baja y templados en la parte alta.

Evaluación de la Vegetación

Mueller-Dumbois y Ellenberg (1974) especificaron que la vegetación se puede clasificar de distintas formas, aun cuando esto implique usar los mismos parámetros entre sí. Esto hará la diferencia para la elección de un método para la descripción de la vegetación lo determinarán las necesidades y objetivos del proyecto o de su investigador. Los métodos más comunes para caracterizar las comunidades vegetales contemplan formulas fisionómicas, sistemas, diagramas y/o formas de vida de la vegetación. La clasificación de la vegetación suele basarse en la clasificación numérica no supervisada de los registros de las parcelas de vegetación, también llamados relevés en la tradición fitosociológica (Whittaker, 1972; Peet y Roberts, 2013; De Cáceres *et al.*, 2015). Las cantidades de especies en estas parcelas se miden de diferentes maneras (Wilson, 2011). Lo más común es estimar visualmente en porcentajes o recurrir a escalas de

cobertura-abundancia que pueden transformarse en porcentajes de cobertura, tales como la escala de Braun-Blanquet, Daubenmire, Domin o Hult-Sernander (Van Der Maarel 1979; McNellie *et al.*, 2019; Pätzsch *et al.*, 2019). Comprender la distribución de las comunidades vegetales es primordial, para ello se emplea un método sencillo y tradicional, como lo es el considerar el espacio como un medio al que se puede dividir en sitios, mismos sitios que son ocupados por individuos de la comunidad de las especies vegetales (Tilman, 1994; Götzenberger *et al.*, 2012). La clasificación de una gran cantidad de datos sirve como un método optimizado para ordenar un conjunto amplio de datos y así percibir la información de manera más fácil y eficiente. Cuando los datos obtenidos de las clasificaciones se pueden resumir en conjuntos más pequeños, se consigue una representación muy exacta en los estándares de la similitud y diferencias de los datos. (Everitt y Hothorn, 2011).

Acerca de estas técnicas existe preocupación por la calidad de las estimaciones visuales (Wilson, 2011) y las propiedades estadísticas de los datos estimados mediante escalas de cobertura-abundancia (Podani, 2005, 2006). Sin embargo, las escalas de cobertura-abundancia revelan los mismos patrones de variación en las comunidades vegetales que las estimaciones de cobertura obtenidas con métodos de medición más precisos (Ricotta y Feoli, 2013).

El uso de datos únicos de presencia y ausencia de especies por lo general conduce a una baja similitud de los conglomerados y a los tipos de vegetación reconocidos en los sistemas de clasificación de la vegetación. Esto indica que los valores de cobertura son muy importantes para la clasificación de la vegetación (Lengyel y Podani, 2015; Lengyel *et al.*, 2018). Por otro lado, algunas propuestas

argumentan que el uso de datos de presencia y ausencia podría ser suficiente en la ciencia de la vegetación (Wilson, 2012; Camiz *et al.*, 2017). Los valores de cobertura vegetal son importantes tanto en los tipos de vegetación con escasas especies, así como también en otros ecosistemas más abundantes en especies, como pastizales y los bosques (Tichý *et al.*, 2020).

La noción de similitud entre conjuntos fue introducida por primera vez por Wang en 1983. Posteriormente, otros autores han estudiado de forma independiente diferentes aspectos relativos al grado de igualdad o al grado de desigualdad entre conjuntos (Jenhani *et al.*, 2010). Las nociones de similitud pertenecen a un grupo de medidas que indican el grado de igualdad, mientras que las nociones de disimilitud pertenecen a un grupo diferencial (Wang, 1983).

En un estudio desarrollado por Couso y Sánchez (2016) con diferentes variantes de las nociones de similitud y disimilitud entre conjuntos se llegó a la conclusión de que, en un entorno particular, se puede distinguir básicamente entre dos categorías principales de medidas de comparación en la literatura: las que dependen tanto de la intersección como de la diferencia de los elementos comparados y las que sólo dependen de su diferencia. Esto resulta útil en la medición y comparación entre comunidades vegetales.

Al buscar realizar un análisis rápido y más equitativo de un grupo de datos como los inventarios vegetales, se recurre a métodos numéricos de análisis como agrupamiento (cluster) (Martínez-Carretero *et al.*, 2016). Los métodos de clustering se agrupan dentro de las técnicas de aprendizaje no supervisado, basados en agrupar o identificar subconjuntos similares entre sí, dentro de un conjunto de datos, de acuerdo a una determinada medida de similitud entre las

observaciones, con esto se puede obtener diferentes clústeres en función de la medida utilizada. La finalidad es separar los datos en distintos grupos de manera que las observaciones dentro de cada grupo sean bastante similares entre sí, y distintas a otros grupos (Gil, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

El periodo de muestreo en campo fue de siete meses, de mayo del 2018 a marzo del 2019. Esto con el propósito de muestrear en cada una de las estaciones del año.

Sitio de Estudio

El RET pertenece a la Universidad Autónoma de Chihuahua, se ubica al pie de la Sierra Madre Occidental, específicamente en el centro-noroeste del estado de Chihuahua, municipio de Namiquipa. El área de muestreo tiene una extensión de aproximadamente 12,000 ha y se encuentra en las coordenadas extremas 28° 54' 30" N, 107° 27' 19" O y 28° 43' 25" N, 107° 22' 06" O (Figura 1). El RET se localiza en la provincia fisiográfica sierras y llanuras tarahumaras (Cervantes-Zamora *et al.*, 1990) sobre la provincia biogeográfica Sierra Madre Occidental (CONABIO, 1997) y en la zona ecológica templada subhúmeda (Toledo-Manzur y Ordóñez, 2009). Los principales tipos de vegetación son bosques de coníferas, encinos, mixtos pastizal y vegetación xerófita (Lugo-Hubp *et al.*, 1992; INEGI *et al.*, 2007).

La altitud del sitio fluctúa entre 1,900 y 2,700 msnm (CONABIO, 1988). El RET presenta dos tipos de climas: Bs1kw (é) semiárido en aproximadamente el 50 % del área en la parte baja y Cb'(w1)x' semifrío en la parte alta con el 50 % de la superficie (CONABIO, 1998). La temperatura máxima absoluta es muy cálida de 34° C y la mínima absoluta de 14° C (CONABIO, 1998). La temperatura media anual va de 8 a 14° C y la precipitación anual en la zona va de rangos desde los 400 a los 800 mm (Cuervo-Rovayo *et al.*, 2014), con una media anual entre 400 a 600 mm (Vidal-Zepeda, 1990).

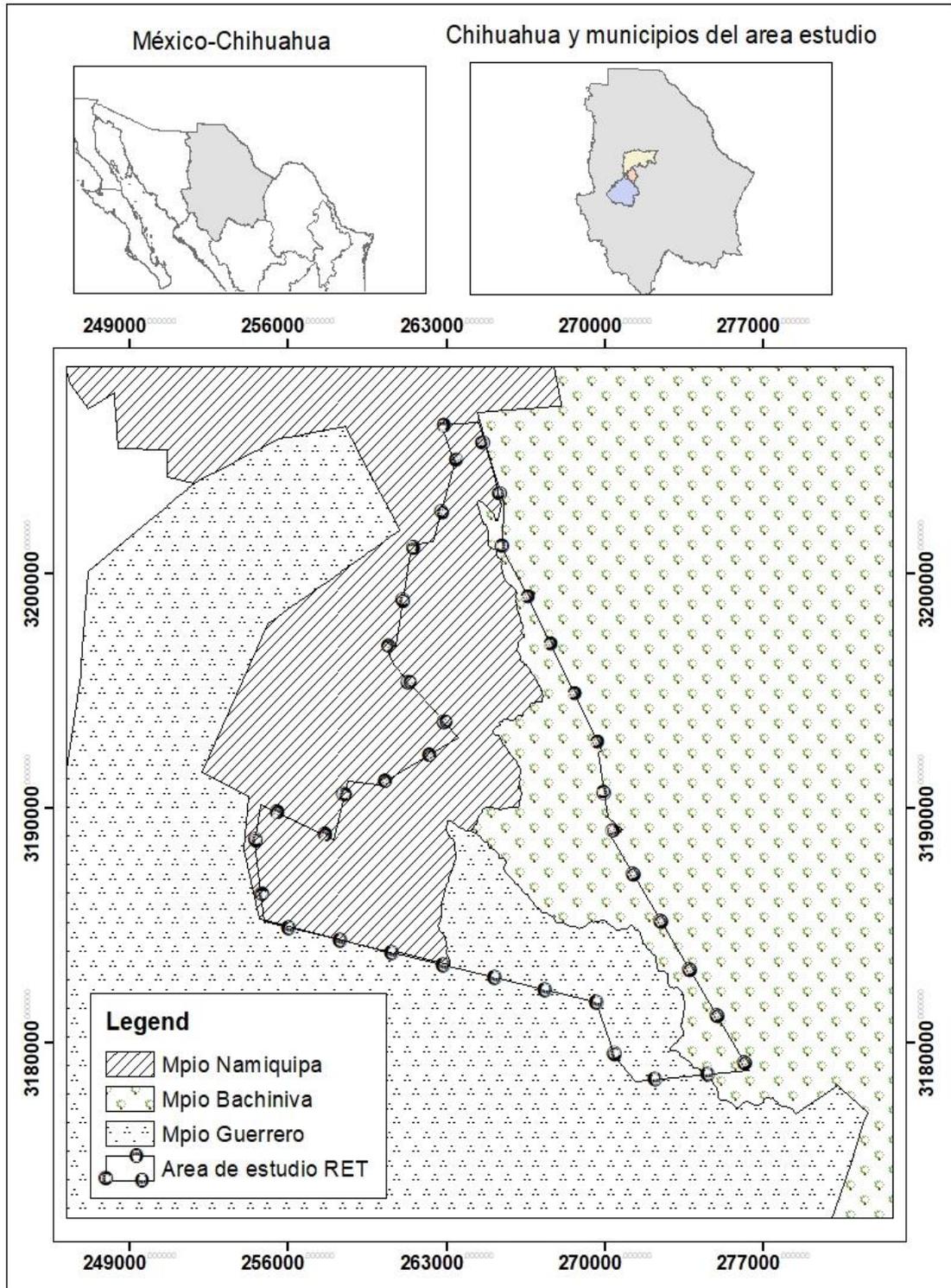


Figura 1. Ubicación del área de estudio, RET en el estado de Chihuahua.

En el RET se encuentran dos cuencas principales: endorreica media-alta del río Santa María que cubre el 80 % del área y alta exorreica del río Yaqui con el 20 % en la parte suroeste (Maderey-R y Torres-Ruata, 1990; CNA ,1998). Estas áreas pertenecen a la región hidrológica de las cuencas centrales del norte y a la de Sonora Sur, respectivamente (INEGI *et al.*, 2007). El RET se encuentra dentro de dos Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). Una de ellas es la denominada Región Altiplano Norte sobre la Cuenca alta del Río Sta. María que está presente el 85 % de la superficie (CONAGUA, 2007). La segunda, solo ocupa el 15 % en la porción noroeste y es denominada región Noroeste sobre la cuenca Rio Yaqui-Cascada de Basaseachi.

El suelo del RET es del cenozoico medio volcánico, con rocas volcánicas (lavas, breccas y tobas) predominantemente riolitas con una permeabilidad de baja a media (Marín y Torres-Ruata, 1990). La textura presente en el suelo es media del tipo Feozem háplico (INIFAP y CONABIO, 1995). En el RET se presentan dos tipos de degradación del suelo (SEMARNAT, 2004). Una es la erosión eólica en un 90 % del área con grado moderado y pérdida del suelo superficial debido a actividades agrícolas y sobrepastoreo. La segunda es erosión hídrica moderada en el 10 % de la superficie, principalmente en la parte noroeste debido a deforestación.

La vegetación está dominada por especies de pino (*Pinus cembroides* y *P. arizonica*) en la parte alta, encinos (*Quercus oblongifolia* y *Q. arizonica*) en las partes medias. En los valles y lomeríos domina el pastizal con las gramíneas *Schizachyrium scoparium*, *Bouteloua gracilis*, *Lycurus phleoides* y *Muhlenbergia rigida*. Finalmente, el matorral con las especies arbustivas *Mimosa biuncifera*, *M.*

dysocarpa y *Juniperus deppeana* (Hernández, 2007). Según CONABIO (2016) tiene una categoría media-alta como sitio de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad y una prioridad alta como sitio de restauración.

Selección de Sitios de Muestreo

La Figura 2 presenta el polígono del RET, dividido en 16 potreros. Con base en este polígono se descargó una imagen satelital para realizar una clasificación no supervisada de la vegetación (Figura 3). Enseguida se detectaron los diferentes tipos de vegetación y se seleccionaron 46 puntos al azar (Figura 4) con el programa ArcMap 10.3. Las coordenadas obtenidas en ArcMap se agregaron al programa Google Earth Pro y a un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca Garmin Etrex 20x para localizar los sitios de muestreo en campo.

Trabajo de campo

Para clasificar las comunidades vegetales se utilizó la metodología de Foster *et al.*, (1995) y Gentry (1995), adaptada y modificada para las necesidades del proyecto (Figura 5). Mediante Sistemas de Información Geográfica y estudios previos en el área Morales, 1997; Favela, 2003; Hernández, 2007, identificaron 8 tipos de vegetación. En cada punto de muestreo, seleccionado en la imagen satelital, se utilizó una cuerda de 100 m y en cada 10 m se colocaron cuadrantes de PVC de 1 m². En éste cuadrante se cuantifico las especies herbáceas presentes y el número de individuos de cada una. Para especies arbustivas y arbóreas se utilizó un cuadrante de 10 m². Las variables que se obtuvieron en cada cuadrante fueron altura, abundancia, dominancia y frecuencia. En total se midieron 230 cuadrantes por tipo de vegetación.



Figura 2. Potreros del RET (1.- Área Agrícola, 2.- Casco, 3.- Remuda, 4.- Sin Nombre, 5.- Savory, 6.- El Estudiante, 7.- Fistulados, 8.- Potrero Nuevo, 9.- Palmitas, 10.- Rancho Viejo, 11.- Varitas, 12.- Bajío Ancho, 13.- La Selva, 14.- Lajas, 15.-Alamillo, 16.- Las Coloradas.)

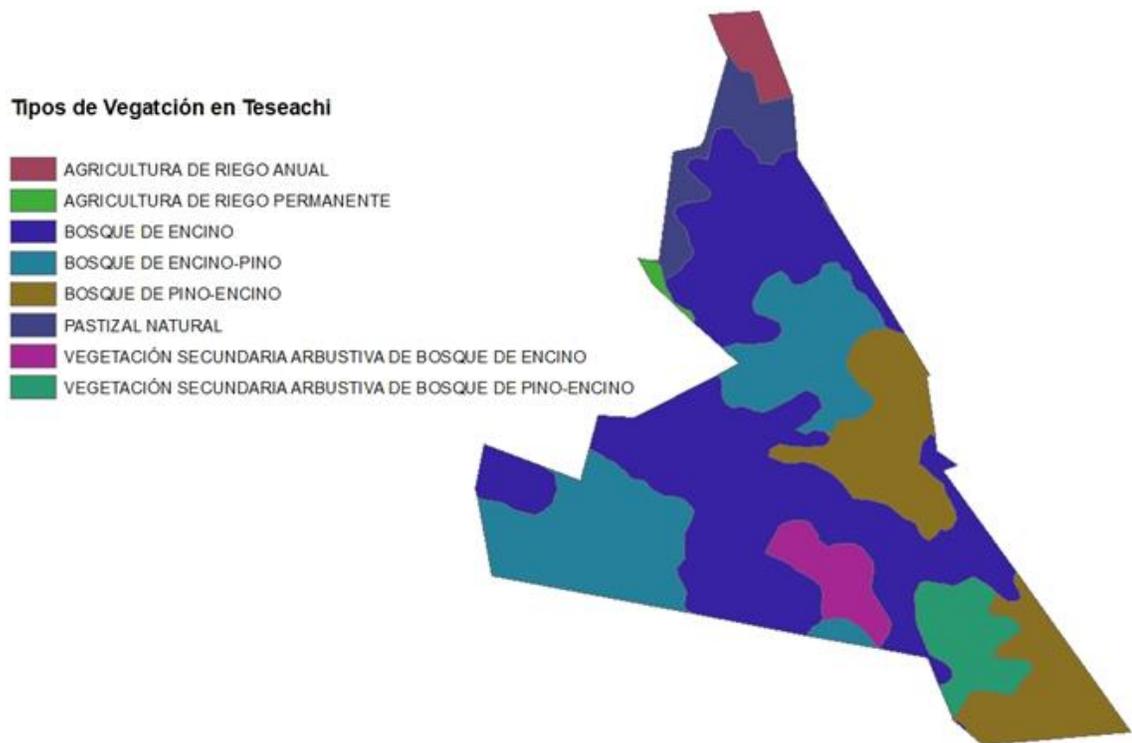


Figura 3. Tipos de vegetación según la clasificación no supervisada del INEGI 2013 en el RET.

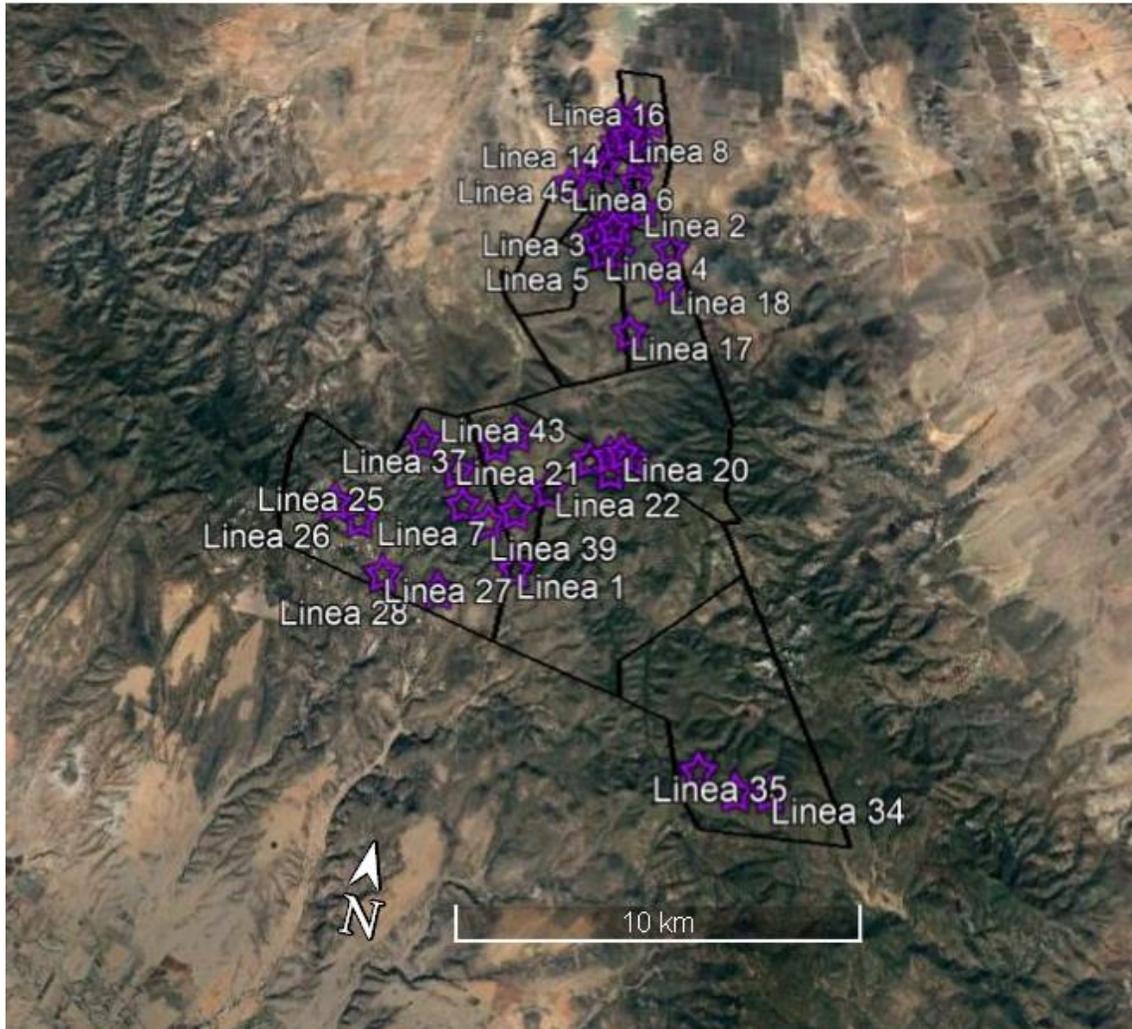


Figura 4. Distribución al azar de los 46 puntos de muestreo en el RET



Figura 5. Metodología adaptada de Foster *et al.* (1995) y Gentry (1995) para determinar las comunidades vegetales del RET en Chihuahua, México.

Otra variable calculada fue índice de valor de importancia (IVI) que asigna un valor con base en la abundancia, frecuencia y dominancia de cada una de las especies. Las siguientes fórmulas se calcularon para posteriormente hacer una suma y obtener el IVI.

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{\# de individuos de una especie}}{\text{\# total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{\% de cobertura aérea de una especie}}{\text{\% de cobertura de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{\# de parcelas en las que ocurre una especie}}{\text{total de ocurrencia en todas las parcela}} \times 100$$

Composición botánica. El material botánico se colectó por triplicado para asegurar su determinación y distribución en herbarios. Los ejemplares que fueron seleccionados se prensaron y se identificaron para ser depositados en el herbario UACH-HER de la facultad de Zootecnia y Ecología, de acuerdo a la metodología propuesta por Lot y Chiang (1986) y Sánchez-González y González (2007). Para su determinación se emplearon claves taxonómicas y se consultó especialistas en algunas familias. La literatura especializada para los distintos grupos en la zona que se utilizó fue: la flora del Desierto Chihuahuense (Henrickson y Johnston, 1997), pinos y encinos de Chihuahua (Lebgue *et al.*, 2015), árboles y arbustos de México (Standley, 1920-1926), gramíneas de Chihuahua (Lebgue, 2013; Herrera-Arrieta y Peterson, 2018), helechos de Chihuahua (Knobloch y Correll, 1962; Yarborough y Powell, 2002), cactáceas (Everitt *et al.*, 2002; Lebgue y Quintana, 2013).

Medición del estatus de conservación de las comunidades vegetales.

Los datos de campo obtenidos, a través de muestreos para clasificar la vegetación, tales como frecuencia, abundancia y dominancia se utilizaron para determinar los índices de diversidad Alfa. La diversidad alfa incluye la riqueza de especies y la estructura de la vegetación, ambos se miden a través de índices de diversidad (Figura 6). Los índices de diversidad, dependiendo del valor que resulte cada índice será interpretado como valor de estatus de conservación de la diversidad. Para determinar riqueza específica se utilizó el índice de Margalef, para determinar la estructura de la vegetación se utilizaron los índices de dominancia de Simpson y equidad de Shannon-Wiener para conocer la diversidad de la vegetación. El índice de Margalef (DMg) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Los valores de riqueza del índice de Margalef van desde menores de dos indica zonas pobres o de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son sitios con alta biodiversidad. Margalef mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

donde:

S = número de especies.

N = número total de individuos de la especie.

ln = denota el logaritmo natural de un número

El índice de dominancia de Simpson (λ) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica

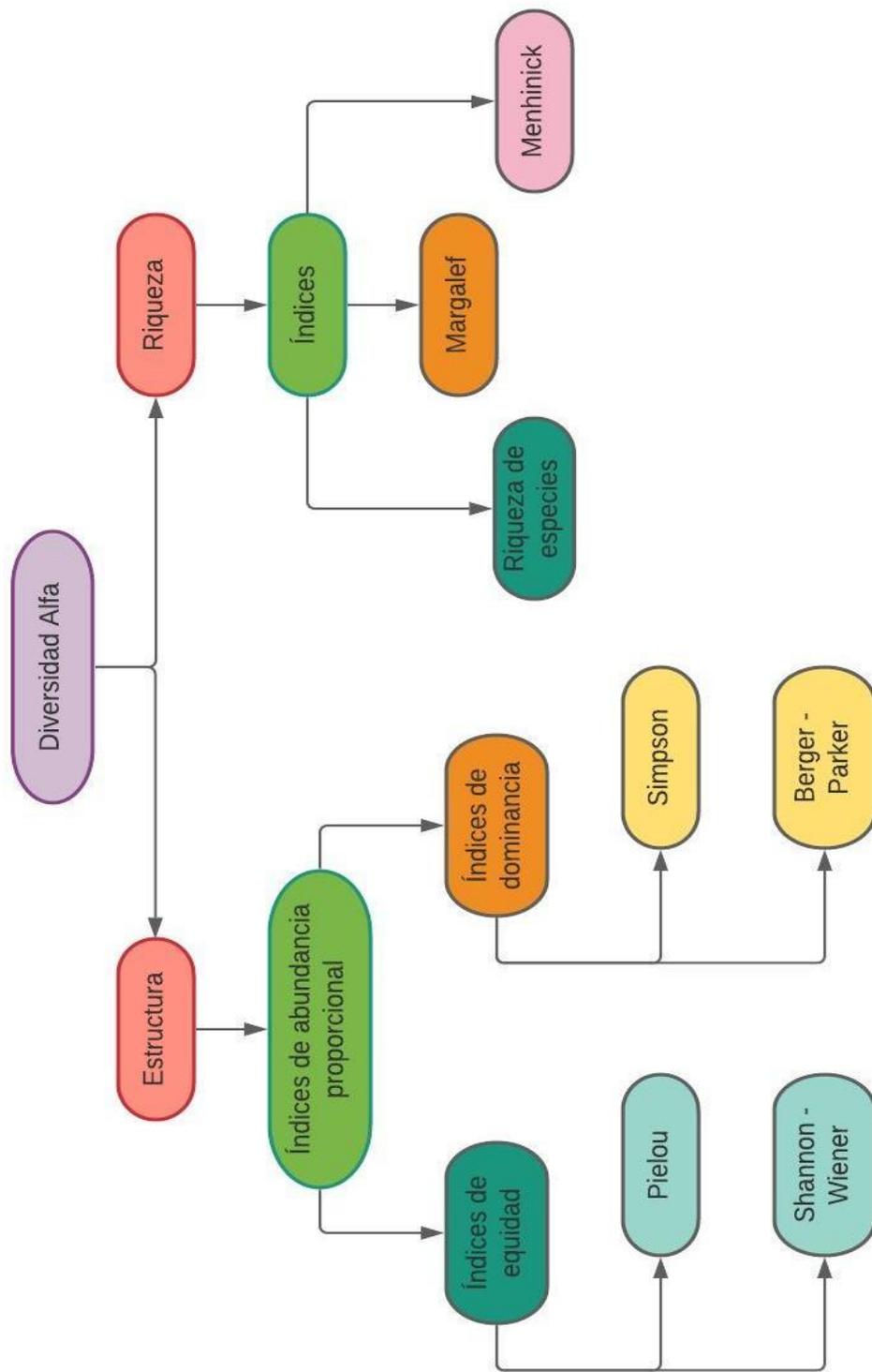


Figura 6. Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa (Moreno, 2001).

la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. El rango de valores es en cuanto a mayor se acerca el valor a 1, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la diversidad y biodiversidad de especies en un hábitat. Su expresión es:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie "i", es decir, el número de individuos de la especie "i" dividido entre el número total de individuos de la muestra. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 2004).

El índice de Shannon- Wiener (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Los valores de este índice van desde 0.5 a 5. Los valores inferiores a dos se consideran bajos en diversidad por lo que se infiere baja equitatividad y superiores a tres son altos en diversidad de especies por lo que su equitatividad es alta. Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$\sum p_i$ = sumatoria de la proporción de individuos de la especie "i" respecto al total

de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie “i”).

\ln = denota el logaritmo natural de un número

p_i = proporción de individuos de la especie “i” respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie “i”).

La diversidad alfa fue estimada por cada comunidad vegetal resultante del dendograma. El índice de Margalef para determinar la riqueza de especies. El índice de Simpson para determinar dominancia. El índice de Shannon-Wiener para evaluar la equitatividad dentro de cada comunidad vegetal (Figura 6).

Análisis Estadístico

Las especies con valores mayores IVI de 0.8 fueron tomados en cuenta para el análisis de las comunidades. Estos valores se utilizaron para construir matrices de similitud y disimilitud (Digby y Kempton, 1991). El índice de Sorensen ($ISs = 2W/(A+B)*100$) fue utilizado (Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974) para determinar el grado de similitud entre el total de los sitios. A estos índices se les aplicó el análisis de conglomerados. Esto incluye la técnica jerárquica politética aglomerativa (Gauch, 1982; Herrera, 2000), el método de varianza mínima (Ward, 1963) y el método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic) del paquete MVSP (MultiVariate Statistical Package) (KCS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición Botánica

Las comunidades vegetales del RET están integradas por 41 familias, 112 géneros y 173 especies (ver Apéndice). Las plantas dicotiledóneas del área están representadas por 104 especies, las monocotiledóneas con 58, pteridofitas con seis y las coníferas con cinco especies respectivamente (Cuadro 1). Las familias con mayor número de géneros y especies respectivamente son: Poaceae con 20 y 44, Asteraceae con 20 y 26 y Fabaceae con 10 y 21. Los géneros con mayor número de especies son: *Muhlenbergia* (11), *Quercus* (8), *Pinus*, *Cyperus*, *Aristida*, *Bouteloua* y *Dalea* con cuatro especies cada uno. Las principales formas biológicas son herbáceas con 142 especies (29 anuales y 123 perenes), arbóreas (14), arbustivas (12), rosetófilas (3) y crasas (2).

Las especies más dominantes y de amplia distribución correspondieron más a bosques de la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental (SMO) y a los bosques secos expuestos a vientos en la zona de transición o ecotonal de chaparrales propios del altiplano o de valles entre la SMO. En el Área de muestreo, las especies dominantes pertenecen a los encinos como *Quercus arizonica* y *Q. durifolia* que son comunes en zonas de transición con el bosque dado que son más comunes en bosques secos (González *et al.*, 1993, 2007; Márquez y González, 1998). Algunas especies de pinos y de encinos están incluidas en la Lista roja de la IUCN y se consideran vulnerables (*P. cembroides*, *P. engelmannii* y *Q. depressipes*), ya que su distribución se restringe a los bosques de la SMO en México y al sur de los Estados Unidos de América (Rzedowski, 1991; Styles, 1998; NatureServe, 2007). La mayor parte de las espe-

Cuadro 1. Familias, géneros y especies registradas en los 46 sitios de muestreo en el RET, Chihuahua, México

Grupos	Familias	Géneros	Especies
Polypodiophyta	2	5	6
Coniferophyta	2	2	5
Magnoliophyta			
Dicotiledóneas	30	75	104
Monocotiledóneas	7	30	58
Totales	41	112	173

cies de pastos o gramíneas presentes como los géneros *Muhlenbergia*, *Heteropogon* y *Aristida* son típicas de los pastizales naturales en ecotonía con bosques abiertos (González *et al.*, 2007), mientras que unas pocas (e.g. *Muhlenbergia emersleyi*, *M. montana* y *Bromus anomalus*) corresponden a elementos de claros en bosques templados.

En un área similar en extensión y vegetación en el Rancho el Duranguense del estado de Durango, Aragón-Piña *et al.* (2010) registraron solo 74 especies de plantas pertenecientes a 21 familias, las predominantes fueron: Asteraceae, Fagaceae, Pinaceae y Poaceae. La baja diversidad de especies podría deberse a la baja intensidad de muestreo dado que los bosques son zonas de alta diversidad vegetal. Para la zona del Desierto Chihuahuense, otro estudio reportó sólo 27 especies vegetales (Sosa *et al.*, 2006). En la parte central del estado de Chihuahua, en una zona con pastizal, matorral y bosque, se encontró 108 especies, 67 géneros y 29 familias de plantas vasculares (Romero, 2013). Las familias dominantes en especies fueron Poaceae, Fabaceae y Asteraceae. Estos resultados coinciden con las de nuestro estudio donde estas familias fueron las más abundantes, así como los géneros más numerosos fueron *Quercus*, *Muhlenbergia* y *Pinus*.

Clasificación de las Comunidades Vegetales

Las comunidades de plantas del RET están representadas por los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo que son las formas naturales que integran las áreas de transición entre el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Occidental. Para la identificación y descripción de las áreas se tomaron en cuenta las especies con el IVI más elevado (Cuadro 2). El estrato herbáceo se presenta en

Cuadro 2. Especies con el mayor IVI en los tres estratos de vegetación

Estrato	Especie	IVI
Arbóreo	<i>Quercus arizonica</i>	6.568
	<i>Pinus cembroides</i>	5.149
	<i>Juniperus deppeana</i>	2.377
	<i>Quercus durifolia</i>	2.064
	<i>Quercus depressipes</i>	1.342
	<i>Quercus gambelii</i>	0.892
Arbustivo	<i>Rhus trilobata</i>	2.444
	<i>Cercocarpus montanus var paucidentatus</i>	2.247
	<i>Mimosa dysocarpa</i>	1.667
	<i>Bouvardia ternifolia</i>	1.283
	<i>Dasyllirion wheeleri</i>	1.181
Herbáceo	<i>Bouteloua gracilis</i>	5.912
	<i>Muhlenbergia rigida</i>	5.417
	<i>Elionurus barbiculmis</i>	4.544
	<i>Bouteloua hirsuta</i>	3.612
	<i>Setaria parviflora</i>	3.280
	<i>Muhlenbergia phleoides</i>	3.038
	<i>Bouteloua curtipendula</i>	2.719
	<i>Panicum bulbosum</i>	2.595
	<i>Muhlenbergia minutissima,</i>	2.593
	<i>Aristida divaricata</i>	2.434
	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	2.224
	<i>Aristida orcutiana</i>	2.184
	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	1.870
	<i>Muhlenbergia montana</i>	1.860

la parte baja del área con pastizal mediano abierto, el estrato arbóreo está formado por el bosque de encino-pino en las partes intermedias del área y bosque de pino-encino en las áreas altas de la misma. El bosque de encino-pino fue el tipo de vegetación más dominante en el área y sus especies representativas de acuerdo al IVI son *Quercus arizonica*, *Pinus cembroides*, *Juniperus deppeana*, *Quercus durifolia*, *Q. depressipes*, y *Q. gambelii*.

En el estrato arbustivo destacan las especies *Rhus trilobata*, *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*, *Mimosa dysocarpa*, *Bouvardia ternifolia* y *Dasyllirion wheeleri*. El estrato herbáceo está dominado por las especies gramínoideas *Bouteloua gracilis*, *Muhlenbergia rigida*, *Elionurus barbiculmis*, *Bouteloua hirsuta*, *Setaria parviflora*, entre otras como *Muhlenbergia phleoides*, *M. minutissima*, *M. emersleyi*, *M. montana*, y *M. arizonica*, *Bouteloua curtipendula*, *Panicum bulbosum*, *Aristida divaricata*, *A. orcutiana* y *Piptochaetium fimbriatum*. Dentro de este mismo estrato herbáceo otras especies comunes son *Gibasis linearis*, *Cyperus sphaerolepis*, *Tagetes micrantha*, el helecho *Bommeria hispida*, *Sida abutifolia*, *Aspicarpa hirtella*, *Stevia serrata* y *Artemisia ludoviciana*.

Con base en el resultado del dendograma (Figura 7), cinco diferentes grupos de asociaciones o comunidades de plantas fueron reconocidas y distribuidas en el RET (Cuadro 3). Tres grupos de bosque de encino-pino, uno de pastizal mediano abierto y por último uno de bosque de pino-encino.

GRUPO I. Este grupo corresponde al bosque de encino-pino el cual incluye cinco sitios (1, 3, 4, 5 y 6), dominados fisionómicamente y cuantitativamente por el estrato arbóreo; sin embargo, también se desarrollan especies arbustivas y her-

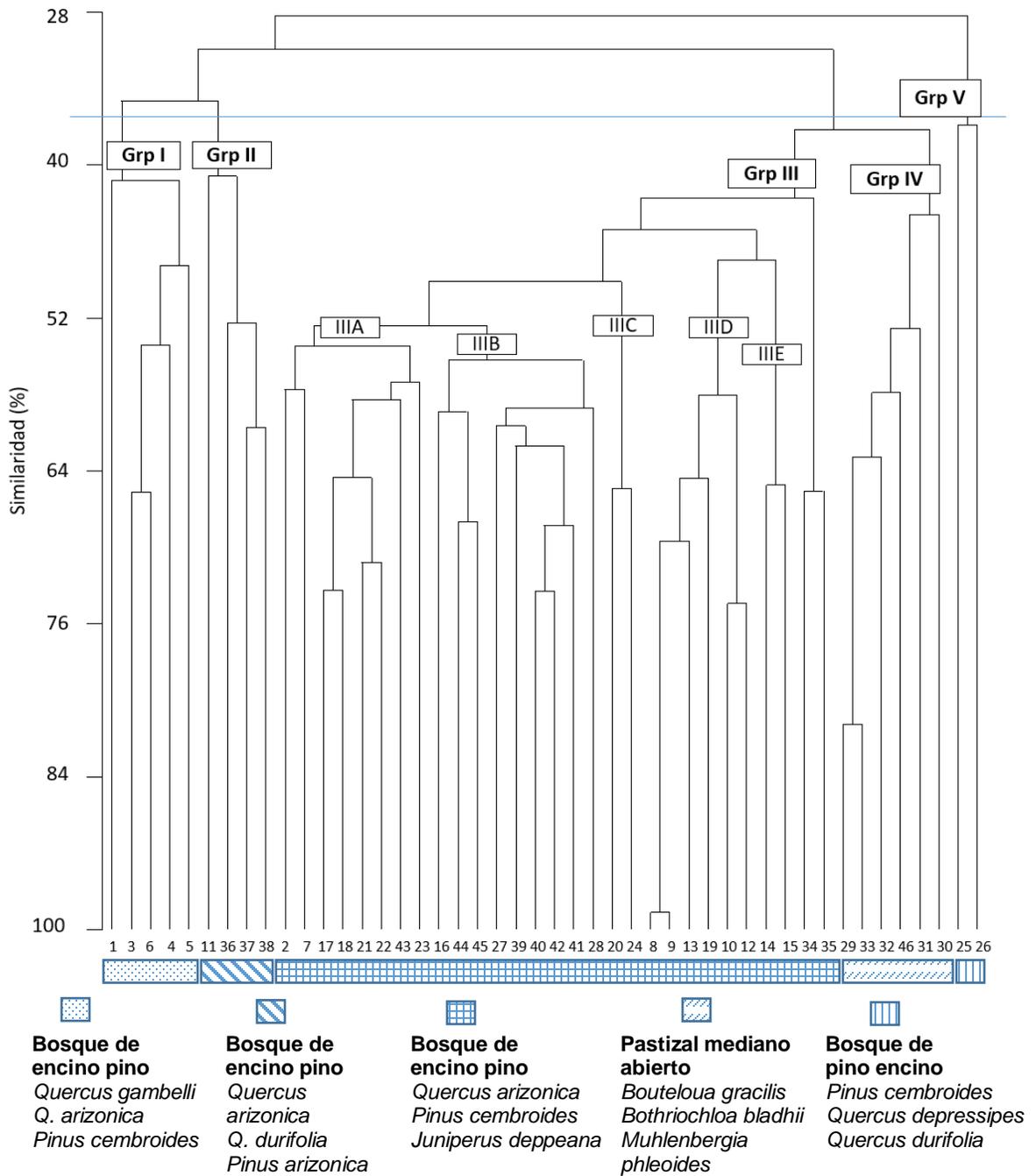


Figura 7. Dendrograma que muestra los cinco grupos y 10 asociaciones de plantas diferentes reconocidas en el RET.

Cuadro 3. Clasificación de las asociaciones vegetales y ubicación geográfica de los grupos resultantes del dendograma

Grupo	Punto de muestreo	Coordenadas		Altitud	Clasificación
		Latitud	Longitud		
I	1	28°46'07.0"N	107°27'09.5"W	2319	Bosque de encino pino
	3	28°51'38.3"N	107°27'00.4"W	2154	
	4	28°51'11.7"N	107°27'02.7"W	2450	
	5	28°51'13.1"N	107°26'49.5"W	2336	
	6	28°52'16.6"N	107°27'56.0"W	2119	
	II	11	28°51'27.5"N	107°27'15.0"W	
36	28°43'53.0"N	107°23'36.5"W	2596		
37	28°47'53.1"N	107°27'60.0"W	2195		
38	28°47'22.8"N	107°26'57.8"W	2220		
III	2	28°52'07.0"N	107°26'35.7"W	2007	Bosque de encino pino
	7	28°46'57.0"N	107°27'24.2"W	2303	
	8	28°53'19.0"N	107°27'11.2"W	2003	
	9	28°52'07.4"N	107°26'53.5"W	2042	
	10	28°51'44.2"N	107°26'55.9"W	2171	
	12	28°51'41.8"N	107°27'09.7"W	2229	
	13	28°51'54.6"N	107°26'56.9"W	2090	
	14	28°53'13.0"N	107°27'10.6"W	2001	
	15	28°53'21.6"N	107°27'17.8"W	1960	
	16	28°53'36.1"N	107°27'25.0"W	1954	
	17	28°50'03.8"N	107°26'18.1"W	2112	
	18	28°50'55.8"N	107°25'51.2"W	2042	
	19	28°51'32.5"N	107°25'57.7"W	2027	
	20	28°48'10.6"N	107°25'56.2"W	2221	

	21	28°48'05.4"N	107°26'07.4"W	2251	
	22	28°48'07.1"N	107°25'45.6"W	2200	
	23	28°47'50.1"N	107°26'02.8"W	2220	
	24	28°47'58.3"N	107°26'26.0"W	2165	
	27	28°45'38.6"N	107°29'13.9"W	2165	
	28	28°45'34.7"N	107°28'17.4"W	2198	
	34	28°43'49.6"N	107°22'28.1"W	2544	
	35	28°43'43.5"N	107°22'59.6"W	2558	
	39	28°46'43.6"N	107°27'47.2"W	2164	
	40	28°46'53.4"N	107°28'16.0"W	2159	
	41	28°47'22.5"N	107°28'30.3"W	2163	
	42	28°47'43.1"N	107°29'11.7"W	2115	
	43	28°48'08.1"N	107°27'43.2"W	2145	
	44	28°52'42.2"N	107°27'39.8"W	1991	
	45	28°52'41.0"N	107°27'27.3"W	2010	
IV	29	28°53'41.4"N	107°27'09.1"W	1936	Pastizal mediano
	30	28°53'39.6"N	107°26'50.9"W	1936	abierto
	31	28°53'08.3"N	107°26'46.8"W	1951	
	32	28°53'08.9"N	107°27'20.6"W	1964	
	33	28°52'59.6"N	107°26'53.8"W	1952	
	46	28°52'33.3"N	107°26'50.5"W	1967	
V	25	28°46'29.6"N	107°30'17.9"W	2295	Bosque de
	26	28°46'20.6"N	107°29'50.5"W	2205	pino encino

báceas que integran ese tipo de vegetación. Las especies principales son *Quercus gam-bellii* y *Q. arizonica* asociado a *Pinus cembroides* como las especies más dominantes. Las especies arbustivas más importantes son *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*, *Viguiera decurrens*, *Rhus trilobata* y *Dasyllirion wheeleri*. El estrato herbáceo está dominado por las especies gramínoideas *Muhlenbergia emersleyi*, *M. rigida*, *Schizachyrium cirratum*, *Bouteloua curtispindula*, asociadas a otras herbáceas como el helecho *Bommeria hispida*, *Gibasis linearis*, *Artemisia ludoviciana*, *Tagetes lucida* y *Dyschoriste schiedeana*. Este grupo y sus asociaciones se sitúan mayormente en las cimas de los cerros del potrero Palmitas con alturas de 2200 m, en laderas norte del cerro Chuchupate ubicado en el potrero Alamillo a una altura de 2300 m y en el Potrero Nuevo con alturas de entre 2100 y 2200 m.

GRUPO II. Este grupo lo constituyen cuatro sitios 11, 36, 37 y 38. Las especies que destacan por su mayor IVI son las arbóreas *Quercus arizonica* asociada a *Q. durifolia*, *Q. crassifolia*, *Pinus arizonica*, *P. cembroides* y *Juniperus deppeana*, siendo así un bosque de encino pino, al igual que el grupo anterior; sin embargo, se diferencian por las especies que están presentes en cada uno.

Este estrato se asocia al herbáceo dominado por gramíneas como *Muhlenbergia rigida*, *Panicum bulbosum*, *Muhlenbergia emersleyi*, *M. monticola*, *Trachipogon spicatus*, *Bouteloua curtispindula* asociadas a otras herbáceas como *Artemisia ludoviciana*, *Ipomoea lindheimeri* y el helecho *Astrolepis sinuata*. Las especies arbustivas, *Rhus trilobata*, *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*, *Ceanothus buxifolius* y *Bouvardia ternifolia*, figuran como las más importantes.

Estos sitios de muestreo están localizados en los potreros de Palmitas, Las Coloradas y La Selva con alturas de 2400, 2500 y 2200 m respectivamente.

GRUPO III. Es el grupo más extenso que aglutina 29 sitios (2, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45) los cuales se dividen en seis subgrupos IIIa, IIIb, IIIc, III d, IIIe y IIIf. Este grupo se clasificó como bosque de encino-pino con las especies más conspicuas *Quercus arizonica*, asociado a *Pinus cembroides* y *Juniperus deppeana*. Las especies gramínoideas presentes son *Elionurus barbiculmis*, *Bouteloua hirsuta*, *B. curtispindula*, *B. gracilis*, *Muhlenbergia rigida*, *M. minutissima*, *M. phleoides*, *M. arizonica*, *M. montana*, *Setaria parviflora*, *Aristida orcutiana*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Aristida divaricata* y *Panicum bulbosum*. Las herbáceas que resaltan son *Gibasis linearis*, *Tagetes micrantha*, *Cyperus sphaerolepis*, *Bommeria hispida*, *Sida abutifolia*, *Aspicarpa hirtella* y *Stevia serrata*. Por último, las especies arbustivas con bajo IVI son *Rhus trilobata*, *Cercocarpus montanus var paucidentatus*, *Quercus durifolia* y *Mimosa dysocarpa*. Este grupo de plantas o asociaciones vegetales están representadas en los potreros El Estudiante, Las Coloradas, La Selva, El Casco, Remuda, Bajío Ancho, Alamillo, Fistulados, Lajas y Palmitas sobre los 2100 a los 2500 m en las laderas del cerro del Chuchupate.

Los subgrupos correspondientes son IIIa, IIIb, IIIc, III d, IIIe y IIIf. El subgrupo IIIa está integrado por 8 sitios (2, 7, 17, 18, 21, 22, 23, y 43) dominado por las especies arbustivas *Quercus arizonica* asociada a *Pinus cembroides* y *Juniperus deppeana*, las especies herbáceas pertenecientes al grupo de las gramíneas presentes son *Bouteloua hirsuta* y *Elionurus barbiculmis* asociadas a

Bouteloua curtipendula y *Setaria parviflora*, mientras que las principales especies herbáceas con hojas son *Tagetes micrantha* y *Aspicarpa hirtella* asociadas a *Cyperus sphaerolepis* y *Gibasis linearis*. En el subgrupo IIIb se encuentran nueve sitios; 16, 27, 28, 39, 40, 41, 42, 44 y 45 donde las especies dominantes son las gramíneas *Elionurus barbiculmis* asociada a *Piptochaetium fimbriatum* y *Muhlenbergia montana*, seguidas de las arbustivas *Quercus arizonica* asociada a *Pinus cembroides* y por último otras herbáceas *Cyperus sphaerolepis*, *Sida abutifolia* y *Stevia serrata*.

En el subgrupo IIIc los sitios presentes son el 20 y 24, con una estructura muy similar entre sí. Las especies más representativas las herbáceas como *Tagetes micrantha* asociada a *Cyperus sphaerolepis* y *Sida abutifolia*, las gramíneas presentes en este subgrupo son *Muhlenbergia minutissima* y *M. arizonica* asociadas a *Bouteloua hirsuta* y *Setaria parviflora*. Las especies con menos presencia son las arbustivas *Agave parryi* y *Juniperus deppeana*. El subgrupo IIIId alberga seis sitios en el cual los estratos más abundantes son las herbáceas, seguidas de las gramíneas y por último las arbustivas con las siguientes asociaciones de especies *Gibasis linearis* asociada a *Bommeria hispida*, *Bouteloua curtipendula* asociada a *Muhlenbergia rigida* y *Dasyilirion wheeleri* asociada a *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*. El subgrupo IIIe lo integran los sitios 14 y 15, los cuales están representados por las especies gramíneas *Elionurus barbiculmis* asociada a *Aristida orcutiana* y *Muhlenbergia rigida*. Las especies arbóreas *Quercus arizonica* asociada a *Quercus durifolia* y por último las especies herbáceas como *Gibasis linearis* en asociación con *Leuciva dealbata*. El subgrupo restante es el IIIf el cuál alberga únicamente dos

sitios, el 34 y 35 dominados principalmente por *Pinus cembroides* asociado a *Quercus arizonica*, *Agave parryi* y *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*. Las especies herbáceas principales son las gramíneas *Piptochaetium pringlei*, *Bouteloua gracilis* y *Muhlenbergia phleoides*. Otras especies herbáceas predominantes según el IVI son *Tagetes micrantha*, *Bommeria hispida* y *Helianthemum glomeratum*.

GRUPO IV. Este grupo se define por los sitios 29, 30, 31, 32, 33 y 46. Está determinado por el estrato herbáceo y está ubicado en la parte baja del área formando un pastizal mediano abierto. Destacan las especies gramíneas *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *Bothriochloa bladhii*, *Muhlenbergia phleoides*, *M. rigida*, *M. minutissima*, *Aristida adscensionis*, *A. divaricata*, *Setaria parviflora*, *Panicum bulbosum*, *Aristida orcutiana*, *Chloris virgata* e *Hilaria belangeri*. Las herbáceas que resaltan son *Cyperus sphaerolepis*, *Gibasis linearis*, *Sida abutilifolia*, *Aspicarpa hirtella*, *Cosmos parviflorus*, *Tragia ramosa*, *Ambrosia psilostachya* y *Erigeron formosissimus*. Este grupo se ubica en las planicies con elevación de entre 1930 y 1970 m en los potreros Área agrícola, El Casco y Remuda, El Estudiante y Savory.

GRUPO V. Este grupo es el más reducido de todos, está compuesto solamente por los sitios 25 y 26. Este grupo es un bosque de pino-encino con la asociación de *Pinus cembroides* y *Quercus depressipes*. Las arbustivas más relevantes son *Arctostaphylos pungens*, *Cercocarpus montanus* var. *paucidentatus*, *Juniperus deppeana* y *Rhus trilobata*. Es muy similar al grupo IV excepto que el presente se encuentra en transición con los pastizales con presencia de elementos arbóreos y arbustivos que lo separan del anterior grupo.

Las especies de gramíneas más dominantes son *Muhlenbergia montana*, *M. longiligula*, *Elionurus barbiculmis*, *Aristida divaricata* y *Muhlenbergia phleoides*. Las herbáceas *Pectis subulata*, *Cyperus sphaerolepis*, *Dryopetalon runcinatum*, *Desmodium rosei*, *Gibasis linearis* y *Tagetes micrantha*. Esta comunidad se ubica en el potrero Las Lajas al oeste del RET a una altitud de 2200 m, con alto forraje disponible para el ganado.

Los tipos de vegetación resultantes coincide con lo reportado por Hernández (2007), donde por medio de sistemas de información geográfica encontró que la vegetación del sitio se encuentra dominada por especies de pino (*Pinus cembroides* y *P. arizonica*) en la parte alta, encinos (*Quercus oblongifolia* y *Q. arizonica*) en las partes medias y, en los valles y lomeríos dominan principalmente el pastizal con las gramíneas (*Schizachyrium scoparium*, *Bouteloua gracilis*, *Muhlenbergia phleoides*, *M. rigida*) y por último matorral con las especies arbustivas (*Mimosa biuncifera*, *M. dysocarpa* y *Juniperus deppeana*).

Estudios realizados por González *et al.* (2007) en zonas de la Sierra Madre Oriental (SMO), mostraron que la vegetación dominante del sitio fueron bosques de encino-pino, y pastizales naturales, resultados relacionados a lo encontrado en el RET ya que es una zona de transición hacia la SMO, por lo tanto, se puede concluir que la vegetación existente en el RET no ha mostrado cambios ni presenta vegetación secundaria, ya que corresponde al tipo de vegetación representativa de la zona. Otro sitio similar al del presente estudio en extensión y zona de transición entre el pastizal y el bosque templado es el que se realizó en el rancho el Duranguense del municipio de Canatlán en el estado de Durango

(Aragón-Piña *et al.*, 2010). En este trabajo se encontraron los mismos tipos de vegetación que el presente estudio: pastizal, bosque de encino-pino y pino-encino. Además, en el orden de las especies de IVI más alto fueron pinos; *Pinus chihuahuana*, *P. engelmannii*, encinos *Quercus striatula*, *Q. arizonica*, *Q. durifolia*, el arbusto *Arctostaphylos pungens*, herbáceas de los géneros *Muhlenbergia*, *Heteropogon*, *Aristida*, *Stevia* y *Viguiera*. Estos elementos son característicos de bosques de zonas de transición con el Desierto Chihuahuense por lo que son algunas veces llamados bosques secos. Otro estudio con las mismas características donde se realizó una clasificación de las comunidades vegetales fue realizado por Estrada-Castillón *et al.* (2003) en el Parque Nacional Cumbres de Majalca. En esa área se encontraron cuatro tipos de vegetación bien definidas en donde las asociaciones más importantes fueron *Bouteloua gracilis-B. curtispindula-Quercus emoryi-Mimosa aculeaticarpa* en la parte baja (2 % del área). En las partes intermedias se encontraron las asociaciones *Quercus arizonica-Q. hypoleucoides-Cupressus arizonica-Pinus engelmannii-Fraxinus velutina*, que corresponden al 2.5 % del área. En las partes altas las asociaciones *Quercus grisea-Pinus cembroides-Juniperus deppeana* con una superficie de 54 % del área y *Juniperus deppeana-Quercus depressipes-Q. pungens-Q. emoryi-Q. grisea-Pinus chihuahuana-P. engelmannii-Arctostaphylos pungens* con una extensión del 20 del área. Este estudio difiere del RET en que el primero presenta elementos más áridos, característicos de las islas del cielo (sky islands) que se encuentran inmersas en el Desierto Chihuahuense.

Estatus de Conservación de las Comunidades Vegetales del RET a través de los Índices de Diversidad Alfa

El número de especies presentes en el sistema de muestreo utilizado fue de 173, sin embargo, un estudio de la flora del área dio como resultado un total de 472 especies incluidos taxones infraespecíficos (Ochoa, 2021). La diversidad alfa se considera como la riqueza biológica de un determinado hábitat o bien el número de especies en una localidad. El Cuadro 4 muestra los índices de riqueza para cada grupo o tipo de vegetación y el Cuadro 5 los índices de estructura (abundancia proporcional). Con base en la riqueza específica del RET determinada a través del índice de Margalef, los valores de riqueza inferiores a dos, pertenecen a zonas pobres o de baja biodiversidad. Por el contrario, valores superiores a cinco son sitios con alta biodiversidad. En este trabajo, cuatro de los cinco grupos de asociaciones vegetales sobrepasan valores superiores a cinco. En este sentido, el tipo de vegetación con mayor índice de riqueza (18.37) fue el grupo III bosque de encino-pino con las asociaciones de *Quercus arizonica-Pinus cembroides-Juniperus deppeana*. La alta riqueza específica se debe a la gran distribución en el área por lo que la representan 29 sitios y esto le confiere heterogeneidad de factores ambientales. El tipo de vegetación que presenta baja riqueza específica (1.55) es el Bosque de pino-encino con las asociaciones *Pinus cembroides-Quercus depressipes-Q. durifolia*. El bajo índice de riqueza específica de esta asociación se debe a la baja presencia de las especies que lo definen y la escasa superficie en la que se distribuye en las partes más altas del área solo en dos sitios se encontró esta asociación.

La estructura de la vegetación es determinada por la abundancia relativa de las especies distribuidas en las diferentes tipos de vegetación y sus asociaciones. La abundancia está influenciada por la presencia o ausencia de las

Cuadro 4. Riqueza de especies a través del índice de Margalef para cada uno de los grupos de asociaciones vegetales en el RET

Tipos de vegetación y sus asociaciones	Riqueza específica	Margalef
Grupo I. Bosque de encino-pino <i>Quercus gambelli-Q. arizonica-Pinus cembroides</i>	74	9.79
Grupo II. Bosque de encino-pino <i>Quercus arizonica-Q. durifolia-Pinus arizonica</i>	56	8.13
Grupo III. Bosque de encino-pino <i>Quercus arizonica-Pinus cembroides-Juniperus deppeana</i>	173	18.37
Grupo IV. Pastizal mediano abierto <i>Bouteloua gracilis-Bothriochloa bladhii-Muhlenbergia phleoides</i>	49	6.27
Grupo V. Bosque de pino-encino <i>Pinus cembroides-Quercus depressipes-Q. durifolia</i>	36	1.55

Cuadro 5. Estructura de la vegetación y sus diferentes asociaciones vegetales del RET a través del índice de abundancia proporcional

Tipos de vegetación y sus asociaciones	Índices de dominancia	
	Simpson	Índices de equidad Shannon - Wiener
Grupo I. Bosque de encino-pino. <i>Quercus gambelli</i> - <i>Q. arizonica</i> - <i>Pinus cembroides</i>	0.042	3.61
Grupo II. Bosque de encino-pino. <i>Quercus arizonica</i> - <i>Q. durifolia</i> - <i>Pinus arizonica</i>	0.044	3.44
Grupo III. Bosque de encino-pino. <i>Quercus arizonica</i> - <i>Pinus cembroides</i> - <i>Juniperus deppeana</i>	0.024	4.12
Grupo IV. Pastizal mediano abierto. <i>Bouteloua gracilis</i> - <i>Bothriochloa bladhii</i> - <i>Muhlenbergia phleoides</i>	0.105	2.83
Grupo V. Bosque de pino-encino. <i>Pinus cembroides</i> - <i>Quercus depressipes</i> - <i>Q. durifolia</i>	0.085	2.90

especies más dominantes (dominancia) en cada asociación vegetal y la proporción de cada especie en cuanto número de individuos en los diferentes sitios de muestreo (equitatividad). La dominancia representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a 1, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la diversidad y biodiversidad de especies en un hábitat, que es lo mismo decir que no existen especies dominantes.

En este sentido, los cinco grupos de asociaciones encontradas en el RET presentan valores que van desde 0.020 y 0.10 lo que significa que en las diferentes asociaciones del área presentan alta biodiversidad y que no existen especies dominantes a tal grado que la distribución de las especies en los diferentes grupos de asociaciones es uniforme (Cuadro 5). Así mismo se puede inferir que el grupo III de bosque de encino-pino con las asociaciones de especies *Quercus arizonica-Pinus cembroides-Juniperus deppeana* es el que presenta mayor biodiversidad y menor dominancia (0.024) por lo tanto una distribución más uniforme de las especies. Además, se puede inferir que el grupo IV pastizal mediano abierto con las asociaciones de especies *Bouteloua gracilis-Bothriochloa bladhii-Muhlenbergia phleoides* presenta la mayor dominancia (0.105) de los tipos de vegetación presentes en el área debido a que existe más homogeneidad de factores ambientales en las planicies, sin embargo, la abundancia sigue siendo muy baja por lo que sus especies se distribuyen uniformemente en el pastizal. En cuanto al índice de equidad de Shannon-

Wiener es inversamente proporcional al índice de dominancia de Simpson, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en los sitios. En otras palabras, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Los valores de este índice van desde 0.5 a 5. Los valores inferiores a dos se consideran bajos en diversidad por lo que se infiere baja equitatividad y superiores a tres son altos en diversidad de especies por lo que su equitatividad es alta. En el RET los valores van desde los 2.8 a 4 para todos los tipos de vegetación y sus asociaciones por lo que se puede inferir que la diversidad de especies vegetales es alta y se distribuyen de forma uniforme. Como ya se mencionó, este índice es inversamente proporcional al de abundancia, el tipo de vegetación que repunta para una baja biodiversidad y alta equitatividad (2.83) es el grupo IV pastizal mediano abierto, es decir es el tiende a tener algunas especies dominantes. Los valores obtenidos, así como la composición botánica en las comunidades del RET son indicadores del estatus de conservación del área.

En el RET se registraron escasas especies indicadoras de perturbaciones humanas como *Arctostaphylos pungens* y *Quercus depressipes* cuya presencia generalmente se asocia con vegetación secundaria (González *et al.*, 1996; Osio *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El RET alberga una amplia e importante diversidad de especies a lo largo de su extensa y heterogénea topografía que hacen patente un gran mosaico de vegetación de tipo encino-pino, pino-encino, pastizales naturales y sus comunidades con asociaciones. Los elementos vegetales presentes son típicos de las zonas de transición por lo que estas áreas presentan mezclas de especies de las zonas áridas y del bosque templado. La clasificación de la vegetación a través del análisis por conglomerados de los sitios permitió agrupar a las especies presentes y formar grupos homogéneos o asociaciones vegetales que facilitan un análisis de la estructura y composición de estas comunidades.

Con base en la composición botánica, los índices de riqueza y estructura, el RET presenta alta diversidad vegetal en cada una de las asociaciones y, además, no presenta alguna especie dominante y la distribución de estas es equitativa, por lo que se considera un área en buen estado de conservación. Esto también es el reflejo de que aproximadamente el 70 % del área se ha destinado a la conservación de sus recursos naturales. Si bien existen estudios anteriores sobre la vegetación en el área, el presente estudio se realizó minuciosamente en cuanto a la composición, estructura, distribución y condiciones de las comunidades vegetales presentes. Este tipo de trabajos representan la base para en un futuro garantizar la gestión sostenible de los ecosistemas presentes y el desarrollo adecuado de los planes de manejo de sus recursos naturales, especialmente del componente vegetal. Por otra parte, constituye una parte en el conocimiento florístico del estado para lograr tener, como otros estados, el listado florístico de Chihuahua.

LITERATURA CITADA

- Alayon-Gamboa, J. A. y F. Álvarez-Flores. 2017. Diversidad e importancia de la vegetación secundaria en un sistema silvopastoril en Yucatán, México. *Agroproductividad*. 10: 60-64.
- Alcaraz, F. J. 2013. Sucesión (Sindinámica). *Geobotánica*. Universidad de Murcia, España.13: 1-15.
- Altesor, A., W. Ayala y J. M. Paruelo. 2010. Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales. *INIA*. 26: 15-170
- Anand, M. y I. Orlóci. 1997. Chaotic dynamics in a multispecies community. *Environ. Ecol. Stat.* 4: 337-344.
- Aragón-Piña, E. E., A. Garza-Herrera, M. S. González-Elizondo y I. Luna-Vega. 2010. Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Duranguense, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Rev Mex Biodivers.* 81: 771-787.
- Aramburu, M. P. y R. Escribano, 2006. Guía para la elaboración de estudios de medio físico. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- Arozena M. E. y P. Molina. 2000. Estructura de la vegetación. En *Metodología y práctica de la Biogeografía*. G. Meaza. Ediciones del Serbal. Barcelona, España.
- Arredondo, C. 2017. Estado y dinámica del paisaje forestal en el municipio Cherán, Sierra Tarasca, Michoacán. *Rev. Mex. Cienc. For.* 8: 7-24.
- Barkman J. J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure en the study of vegetation. *Junk*. Boston, E.U. A.
- Camiz, S., P. Torres y V. D. Pillar. 2017. Recoding and multidimensional analyses of vegetation data: A comparison. *Community Ecol.* 18: 260-279.
- Campbell N.A. 1996. *Biology*, 4a Ed. The Benjamin/Cummings Publishing Co, Inc., Menlo Park, California, E.U.A.
- Cerdán, C. R., M. C. Rebolledo, G. Soto, B. Rapidel y F. L Sinclair. 2012. Local knowledge of impacts of tree cover on ecosystem services in smallholder coffee production systems. *Rev. Agric. Syst.* 110: 119-130.
- Cervantes-Zamora, Y., S. L. Cornejo-Olguín, R. Lucero-Márquez, M. Espinoza-Rodríguez, E. Miranda-Viquez y A. Pineda-Velázquez. 1990. *Provincias fisiográficas de México*, escala 1:4000000.
- Challenger A. 2001. Estrategias para la conservación de ecosistemas. *Gaceta ecológica*. INE- SEMARNAT, 61:22-29.

- Comisión Nacional del Agua (CNA).1998. Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250000. México. En: Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado 22 septiembre 2021.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).2007. Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana. En: Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado 22 septiembre 2021.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000000. México
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Curvas de nivel para la República Mexicana. Escala 1:250000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad. En: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado 22 septiembre 2021.
- Couso, I. y L. Sánchez. 2016. Additive similarity and dissimilarity measures. Fuzzy Sets Syst. 332: 35-53
- Cuervo-Robayo, A. P., O. Téllez-Valdés, M. A. Gómez-Albores, C. S. Venegas-Barrera, J. Manjarrez y E. Martínez-Meyer. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. Int. J. Climatol. 34: 2427-2437.
- Czerepowicz, L., B. S. Case y C. Doscher. 2012. Using satellite image data to estimate aboveground shelterbelt carbon stocks across an agricultural landscape. Agric. Ecosyst. Environ. 156:142-150.
- De Cáceres, M., M. Chytrý, E. Agrillo, F. Attorre, Z. Botta-Dukát y J. Capelo. 2015. A comparative framework for broad-scale plot-based vegetation classification. Appl. Veg. Sci. 18: 543-560.
- De Foresta, H. S., A. Temu, D. Boulanger, H. Feuilly y M. Gauthier. 2013. Towards the Assessment of Trees Outside Forests: A Thematic Report Prepared in the Framework of the Global. Forest Resources Assessment Working Paper. 183: 335-344.
- Del Río M., F. Montes, I. Cañellas y G. Montero. 2003 Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. Invest. Agrar. Sist. Recur. For.

12: 159-176.

- Digby, P. G. y R. A. Kempton. 1991. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall, New York, E.U.A.
- Estrada-Castillón, E., E. Jurado, J. J. Navar, J. Jimenez-Perez y F. Garza-Ocañas. 2003. Plant Associations of Cumbre de Majalca National Park, Chihuahua, Mexico. *Southwest Nat.* 48: 177-187.
- Everitt, J. H., D. D. Lynn y R. I. Lonard. 2002. *Trees, Shrubs y Cacti of South Texas*. Texas Tech University Press. Lubbock, Texas. E.U.A.
- Everitt, B. y T. Hothorn, 2011. *An Introduction to applied multivariate analysis with R*. 2a ed. Springer Publishing Co. New York, E.U.A
- Favela, T. E. 2003. Clasificación de uso actual del suelo y vegetación del Rancho Experimental Teseachi a través e imágenes de satélite. Tesis licenciatura Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. México.
- Ferrer-Gallego. P. 2007. Base estructural de un hábitat. Principios para su definición y diagnosis, 12-15. Valencia: Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat.
- Flores, J. S. y I. C Espejel. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 86-135.
- Foster, B. R., N. C. Hernández, E. K. Kakudidi, y R. J. Burnham. 1995. Un método de transectos variables para la evaluación rápida de comunidades de plantas en los trópicos. *Environmental and Conservation Programs*, Field Museum of Natural History and Washington, D. C., E.U.A.
- Gadow K. V y G. Hui. 1999. *Modelling forest development*. Kluwer Academic Publishers, University of Göttingen. Göttingen, Germany.
- Gauch, H. G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. London and New York: Cambridge University Press.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge. Cambridge University Press. 146-194
- Gil, C. M. 2018. Métodos de Clustering. Apuntes personales sobre K-means clustering y clustering jerárquico. https://github.com/CristinaGil/Ciencia-de-Datos-R/blob/master/PDF/Metodos_de_clustering_k-means_y_clustering%20jerarquico.pdf. Consultado 22 septiembre 2021.
- Giménez de Azcárate, J., M. I. Ramírez y M. Pinto. 2003. Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (estados de Michoacán y México):

- clasificación, composición y distribución. *Lazaroa* 24: 87-111.
- González, S., M. González y A. Cortés. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera "La Michilía", Durango, México. *Acta Bot. Mex.* 22: 1-104.
- González, S., M. González y M. A. Márquez. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. 1a ed. Editorial Plaza y Valdés. Instituto Politécnico Nacional. Durango, México.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, J. A. Tena-Flores, L. Ruacho-González y I. L. López-Enríquez. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Bot. Mex.* 100: 351-403.
- Götzenberger, L., F. Bello, K. A. Brathen, J. Davison, A. Dubuis, A. Guisan, J. Leps, R. Lindborg, M. Moora, M. Pärtel, L. Pellissier, J. Pottier, P. Vittoz, K. Zobel, y M. Zobel. 2012. Ecological assembly rules in plant communities approaches, patterns and prospects. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 87: 111-127.
- Granados, S. D. y R. Tapia V. 1990. Comunidades vegetales. 1a edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Gröger, A., y O. Huber. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Rev. Bras. Bot.* 30: 599-609.
- Henrickson, J y M. C. Johnston (sin publicar). 1997. A flora of the Chihuahuan Desert region. Published by J. Henrickson. Los Angeles California, USA. 1695 pp.
- Hernández, N. S. 2007. Análisis de los pastizales del rancho Teseachi con datos integrados Landsat TM-IRS 1C y modelos digitales del terreno de alta resolución espacial. Tesis licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. México.
- Herrera, A. 2000. La clasificación numérica y su aplicación en ecología. 1a edición. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana.
- Herrera-Arrieta, Y P. M Peterson. 2018. Grasses of Chihuahua, Mexico. *Smithsonian Contributions to Botany* 107: 1-380.
- Hoffman, B. y T. Gallagher. 2007. Importance indices in Ethnobotany. *Ethnobotany Research & Applications.* 5: 201- 218.
- Holland, J. M., F. J. Bianchi, M. H. Entling, A. C. Moonen, B. M. Smith y P. Jeanneret. 2016. Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies. *Pest Management Science.* 72: 1638-1651.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Instituto Nacio-

- nal de Ecología (INE) y Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), 2007. Mapa de Cuencas Hidrográficas de México. Escala 1:250000. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1995. Mapa de Edafología. Escalas 1:250000-1:1000000. México. En: Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado 22 septiembre 2021.
- Jenhani I., S. Benferhat y Z. Elouedi. 2010. Possibilistic similarity measures en Foundations of reasoning under uncertainty. Studies in fuzziness and soft computing. B. Bouchon-Meunier, L. Magdalena, M. Ojeda-Aciego, J. L. Verdegay, R. R. Yager eds. Springer. Berlin, Heidelberg.
- Juárez-Pérez A, A. Melgoza-Castillo, C. Pinedo-Álvarez, E. Estrada-Castillón. 2019. Classification of plant communities in Sierra Rica, Manuel Benavides, Chihuahua, México. J. Bot. Res. Inst. Tex. 13: 197-207.
- Knobloch, I. W. y D. S. Correll. 1962. Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico. Texas Research Foundation. 213: 191-193.
- Kovach Computing Services. 2009. Multi Variate Statistical Package. Version 3.1. User's manual. KCS. Waller, U.K.
- Krebs C. J. 1985. Ecología-Estudio de la Distribución y la Abundancia. 2a ed. Editorial Harla. México.
- Lasco, R. D., J. P. Delfino, D. C. Catacutan, E. S. Simelton y D. M. Wilson. 2014. Climate risk adaptation by smallholder farmers: the roles of trees and agroforestry. Current Opinion. Environmental Sustainability. 6: 83-88.
- Lebgue, K. T. 2013. Gramíneas de Chihuahua. Manual de identificación. 4ta ed. Colección de Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México.
- Lebgue, K. T. y M. G. Quintana. 2013. Cactáceas de Chihuahua, México. México: Gobierno del Estado de Chihuahua - Instituto Chihuahuense de la Cultura. Chihuahua, Chihuahua. México.
- Lebgue-Keleng, T., R. Soto-Cruz, G. Quintana-Martínez, M. Quiñonez-Martínez, S. Balderrama-Castañeda, A. Melgoza-Castillo, C. Morales-Nieto y L. Cortés-Palacios. 2015. Árboles y arbustos templados de Chihuahua, México. Tecnociencia. 9: 49-57.
- Lengyel, A. y J. Podani. 2015. Assessing the relative importance of methodological decisions in classifications of vegetation data. J. Veg. Sci. 26: 804-815.

- Lengyel, A., F. Landucci, L. Mucina, J. L. Tsakalos y Z. Botta-Dukát. 2018. Joint optimization of cluster number and abundance transformation for obtaining effective vegetation classifications. *J. Veg. Sci.* 29: 336-347.
- LeSueur, H. 1945. The ecology of the vegetation of Chihuahua, Mexico, north of the parallel twenty-eight. University of Texas Publications. Texas, E.U.A.
- Loetsch F., F Zöhler., K. E. Haller. 1973. Forest Inventory. 2a ed. Verlagsgesellschaft mbH Co. Múchich, Alemania.
- Lortie, C. J., R. W. Brooker, P. Choler, Z. Kikvidze, R. Michalet, F. I Pugnaire y R. Callaway. 2004. Rethinking plant community theory. *Oikos* 107:433–438.
- Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario (Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos). Consejo Nacional de la Flora de México A.C. México.
- Louman, B., D. Quiroz y M. Nilson. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Lugo-Hubp, J. y F. Aceves-Quezada. 1992. Mapa el relieve como atractivo natural en estados de los componentes naturales del medio ambiente, Escala 1:4000000. México.
- Lüttge, U. 1997. Physiological ecology of tropical plants. 1a ed. Springer-Verlag Berlín, Heidelberg. Alemania
- Maderey-R, L. E. y C. Torres-Ruata. 1990. Mapa de hidrografía e hidrometría. Escala 1:4000 000. México.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. 1a ed. Blackwell Publishing Co, Oxford, Reino Unido.
- Marín-C, S. y C. Torres-Ruata. 1990. Mapa de Hidrogeología. Escala 1:4000000. México.
- Márquez-Linares, M. A. y M. S. González-Elizondo. 1998. Composición y estructura del estrato arbóreo de un bosque de pino encino en Durango, México. *Agrociencia*. 32: 413-419.
- Márquez-Linares, M. A., E. Jurado y S. González-Elizondo. 2006. Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK.) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. *Ciencia UANL*. 9: 57-64.
- Martínez-Carretero, E., A. M. Faggi, J. L. Fontana, P. Aceñolaza, R. Gandullo, M. Cabido, D. Iriart, D. Prado, F. A. Roig, y U. Eskuche. 2016. Prodrómus Sinsistemático de la República Argentina y una breve introducción a los estudios fitosociológicos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 469-549.

- Mbow, C., M. Van Noordwijk, E. Luedeling, H. Neufeldt, P. A. Minang y G. Kowero. 2014. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. *Current Opinion. Environmental Sustainability*. 6: 61-67.
- McNellie, M. J., J. Dorrough y I. Oliver. 2019. Species abundance distributions should underpin ordinal cover-abundance transformations. *Appl. Veg. Sci*. 22: 361-372.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 29: 1-179.
- Morales, A. S. 1997. Mapeo de la vegetación del predio Teseachic mediante imágenes de satélite Landsat-TM. Tesis licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.
- Moravec, J. 1992. Is the Zürich-Montpellier approach still unknown in vegetation science in English-speaking countries. *J. Veg. Sci* 3: 277-278.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. 1a ed. Pearson Educación. Zaragoza, España.
- Mueller-Dombois D y Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. 1a ed. John Wiley & Sons Co. New York. E.U.A.
- Nair, P. K. R. 2012. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. *Agroforestry Systems*. 86: 243-253.
- NatureServe, 2007. NatureServe explorer: An online encyclopedia of life, ver. 6.2. NatureServe, Arlington, Virginia. En: <http://www.natureserve.org/explorer>. Consultado 22 septiembre 2018.
- Nicora, E. y Z. Rúgolo de Agrasar, 1987. Los géneros de gramíneas de América Austral. 1a ed. Editorial hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Ochoa, S. R. 2021. Flora vascular del Rancho Experimental Teseachi, Chihuahua, México. Tesis licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. México.
- Odum, E. P. y G. W. Barrett. 2005. Fundamentals of ecology. 5a ed. Thomson Brooks/Cole. California, E.U.A.
- Ordarza R. N. 1993. Ecología: El Hombre y su ambiente. 1a ed. Editorial Trillas. México.
- Osio, M.A., A. Garza, E. Aragón, D. de León, R. González, A. Sánchez, S. Gutiérrez y A. Arvizu. 2007. Ejecución del proyecto para la protección de la biodiversidad del predio particular "El Duranguense", Canatlán, Durango. Expediente III-10-CABSA-0341. Informe Técnico. Centro de Ecología

Regional A.C. / Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) / Consultoría en
Forestería, Durango, Durango.

- Pätsch, R., A. Jašková, M. Chytrý, I. B. Kucherov, J. H. Schaminée, E. Bergmeier,
y J. A. Janssen. 2019. Making them visible and usable - Vegetation - plot
observations from Fennoscandia based on historical species-quantity
scales. *Appl. Veg. Sci.* 22: 465-473.
- Peet, R. K. y D. W Roberts. 2013. Classification of natural and semi-natural
vegetation. En *Vegetation Ecology*. Van Der Maarel, E. y J. Franklin. John
Wiley & Sons. New York, E.U.A.
- Peterson, P., R. Soreng, G. Davidse, T. Filgueiras, F. Zuloaga y E. Judziewicz.
2001. Catalogue of New World grasses (Poaceae): II. Subfamily
Chloridoideae. *Contr. U.S. Natl. Herb.* 41: 1-255.
- Podani, J. 2005. Multivariate exploratory analysis of ordinal data in ecology:
pitfalls, problems and solutions. *J. Veg. Sci.* 16: 497-510.
- Podani, J. 2006. Braun-Blanquet's legacy and data analysis in vegetation science.
J. Veg. Sci. 17: 113-117.
- Rangel-Ch., J. O., y A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación.
En *Diversidad Biótica II*. J. O. Rangel-Ch. ed. Instituto de Ciencias
Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
- Raunkiaer C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. 1a ed.
Clarendon press. Oxford, Reino Unido.
- Ricotta, C. y E. Feoli. 2013. Does ordinal cover estimation offer reliable quality
data structures in vegetation ecological studies?. *Geobotánica*. 48: 437-
447.
- Rojas-Rodriguez, J., M. R. Rossetti y M. Videla. 2019. Importancia de las flores
en bordes de vegetación espontánea para la comunidad de insectos en
huertas agroecológicas de Córdoba, Argentina. *Rev. Fac. Cienc.
Agrar.* 51:249-259.
- Romero, G. 2013. Clasificación y ordenación de las comunidades vegetales del
centro del estado de Chihuahua, México. Tesis de doctorado. Universidad
Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. 1a ed. Editorial Limusa, México,
D.F.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: Una
apreciación analítica preliminar. *Acta Bot. Mex.* 15: 47-64.
- Sánchez, G. A. 1998 Clasificación y ordenación de la vegetación de la Sierra de
Catorce, San Luis Potosí. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios

Superiores. Universidad Autónoma de México. Iztacala, Tlalnepantla México.

Sánchez, Y. K., M. E. Pimentel-Tapia y J. C. Suárez-Salazar. 2017. Importancia cultural de vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente de Caguán, Colombia. Rev. U.D.C.A Actual. Divulg. Cient. 20: 393-401.

Sánchez-González A y L. M. González. 2007. Técnicas de recolecta y herborización de plantas. En La Sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad. R. A. Contreras, I. Goyenechea, C. C. Cuevas, y U. Iturbe, eds. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2004. Mapa de degradación del suelo en la República Mexicana. Escala 1:250000. México. En: Catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado 22 septiembre 2021.

Shreve, F. 1942. The desert vegetation of North America. Botanical Review 8: 195-246.

Sosa, M., J. L. Galarza, T. Lebgue, R. Soto y S. Puga. 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la región árida del estado de Chihuahua. Ecol. Apl. 5: 53-59.

Standley, P. C. 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. Contributions United States Natural Herbarium 23: 1-1721.

Styles, B. T. 1998. El género *Pinus*: su panorama en México. En Diversidad biológica de México: orígenes y distribución, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. Editores. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Tichý, L., S. M. Hennekens, P. Novák, J. S. Rodwell, J. H. Schaminée y M. Chytrý. 2020. Optimal transformation of species cover for vegetation classification. Appl. Veg. Sci. 23: 710-717.

Tilman, D. 1994. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. Ecology. 75: 2-16.

Toledo-Manzur, V. M. y M. J. Ordóñez. 2009. Mapa de zonas ecológicas de México. Diagnóstico de los escenarios de la biodiversidad en México. Escala 1:1000000. México.

Turner, N. 1988. The importance of a rose. Evaluating the cultural significance of Plants in Thompson and Lilloet interior Salish". American Anthropologist.

90: 272-290.

- Van der Maarel, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetation*. 39: 97-114.
- Vidal-Zepeda, R. 1990. Mapa de precipitación media anual. Escala 1:4000000. México
- Villa, P. M., L. S. Cardinelli, L. F. Magnago, G. Heringer, S. Venâncio, P. Viana, A. C. Rodrigues, A. Viana y J. A. Alves. 2018. Relación especie-área y distribución de la abundancia de especies en una comunidad vegetal de un inselberg tropical: efecto del tamaño de los parches. *Rev. Biol. Trop.* 66: 937-951.
- Villaverde, M., S. 2017. Efecto del fuego accidental sobre la producción y calidad forrajera de gramíneas perennes nativas en el sur del Caldenal. Tesis de maestría. Departamento de agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- Von Humboldt, A. 1845. *Kosmos: A General Survey of the Physical Phenomena of the Universe*. 1a Ed. Hyppolyte Bailliere Publisher. London, England.
- Wang, P. Z. 1983. *Fuzzy Sets and Its Applications*. 4a ed. Shanghai Science and Technology Press. Shanghái, China.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* 58: 236-244.
- Whittaker R. H. 1972. *Communities and Ecosystems*. 5a ed. McMillan Company. New York, U.S.A.
- Wilson J. B. 2011. Cover plus: ways of measuring plant canopies and the terms used for them. *J. Veg. Sci.* 22: 197-206.
- Wilson, J. B. 2012. Species presence/absence sometimes represents a plant community as well as species abundances do, or better. *J. Veg. Sci.* 23: 1013-1023.
- Yarborough, S. C. y A. M. Powell. 2002. *Ferns and Fern Allies of the Trans Pecos*. 1a ed. Texas Tech University Press. Texas, E.U.A.

APÉNDICE

Listado por Grupo Taxonómico de Especies Presentes

Lista florística del RET, Chihuahua, México. Formas de crecimiento

biológico: A = árbol, B= arbusto (Be=espinoso y Bi=inerme), H = herbáceo (Ha=anual y Hp=perene), C = crasas y R= rosetófilas. **Origen de la flora:** N = nativo, I= introducido.

Especies restringidas (*=Endémica de México, ®= endémica para el estado de Chihuahua).

Nombre científico	Formas biológicas	Origen
		Nat/Introd

PTERIDOPHYTA

Pteridaceae

<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. Ex Sw.) D.M. Benham & Windham	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bommeria hispida</i> (Mett. Ex Kuhn) Underw.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Cheilanthes lendigera</i> (Cav.) Sw.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Pellaea cordifolia</i> (Sessé & Moc.) A.R. Sm.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link	<i>Hp</i>	<i>N</i>

Woodsiaceae

Woodsia mexicana Fée Hp N

CONIFEROPHYTA

Cupressaceae

Juniperus deppeana Steud. A N

Pinaceae

Pinus cembroides Gordon A N

Pinus arizonica Engelm. A N

Pinus engelmannii Carriere A N

Pinus leiophylla var. *chihuahuana* (Engelm.)
Shaw A N

MAGNOLIOPHYTA

Monocotiledoneas

Asparagaceae

Dasyllirion wheeleri S. Watson ex Rothr R N

Echeandia flavescens (Schult. & Schult. F.)
Cruden R N

Manfreda maculosa (Hook.) Rose Hp N

Yucca sp. R N

Commelinaceae

**Gibasis linearis* (Benth.) Rohweder Hp N

Tradescantia crassifolia Cav. Hp N

Cyperaceae

Cyperus esculentus L. Hp N

Cyperus filiculmis Vahl Hp N

Cyperus manimae Kunth Hp N

Cyperus sphaerolepis Boeckeler Hp N

Iridaceae

**Tigridia pavonia* (L. f) DC. Hp N

Juncaceae

Juncus interior Wiegand Hp N

Orchidaceae

Malaxis novogaliciana R. González ex McVaugh Hp N

Malaxis soulei L.O. Williams Hp N

Poaceae

Aegopogon cenchroides Humb. & Bonpl. Ex Wild. Hp N

Aristida adscensionis L. Ha N

Aristida divaricata Humb. & Bonpl. Ex Wild. Hp N

Aristida orcuttiana Vasey Hp N

**Aristida spanospicula* Valdés-Reyna & Sánchez-Ken Hp N

Andropogon gerardi (Hack.) Wipff Hp N

<i>Blepharoneuron tricholepis</i> (Torr.) Nash	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bothriochloa bladhii</i> (Retz.) S.T. Blake	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bouteloua curtispindula</i> (Michx.) Torr.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. Ex Steud.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bouteloua radicata</i> (E. Fourn.) Griffiths	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bromus anomalus</i> Rupr. Ex E. Forst.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Bromus carinatus</i> Hook & Arn.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Chloris submutica</i> Kunth	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Chloris virgata</i> Sw.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Digitaria filiformis</i> (L.) Koeler	<i>Hp</i>	<i>I</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	<i>Ha</i>	<i>I</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Elionurus barbiculmis</i> Hack.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Hilaria belangeri</i> (Steud.) Nash	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Muhlenbergia arizonica</i> Scribn.	<i>Hp</i>	<i>N</i>

<i>Muhlenbergia capillipes</i> (M.E. Jones) P.M. Peterson & Annable	Ha	N
<i>Muhlenbergia eludens</i> C. Reeder	Ha	N
<i>Muhlenbergia emersleyi</i> Vasey	Hp	N
<i>Muhlenbergia longiligula</i> Hitchc.	Hp	N
<i>Muhlenbergia minutissima</i> (Steud.) Swallen	Ha	N
<i>Muhlenbergia montana</i> (Nutt.) Hitchc	Hp	N
<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus	Hp	N
<i>Muhlenbergia rigens</i> (Benth.) Hitchc.	Hp	N
<i>Muhlenbergia rigida</i> (kunth) kunth	Hp	N
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i> (Kunth) Trin.	Ha	N
<i>Panicum bulbosum</i> Kunth	Hp	N
<i>Panicum hirticaule</i> J. Presl	Hp	N
<i>Panicum miliaceum</i> L.	Hp	N
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Kunth) Hitchc.	Hp	N
<i>Piptochaetium pringlei</i> (Beal) Parodi	Hp	N
<i>Schizachyrium cirratum</i> (Hack.) Wooton & standl.	Hp	N
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M. Kerguelen	Hp	N
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.F.) Kuntze	Hp	N

Eudicotiledóneas

Acanthaceae

Dyschoriste schiedeana (Nees) Kuntze Hp N

Amaranthaceae

Alternanthera repens (L.) Kuntze Ha N

Amaranthus retroflexus L. Ha N

Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants Ha N

Gomphrena nítida Rothr. Ha N

Anacardiaceae

Rhus trilobata Nutt. Bi N

Apiaceae

Prionosciadium thapsoides (DC.) Mathias Ha N

Apocynaceae

Asclepias scaposa Vail Hp N

Asteraceae

Artemisia ludoviciana Nutt. Hp N

Ambrosia psilostachya DC. Hp N

Baccharis salicina Torr. & A.Gray Hp N

Cirsium undulatum (Nutt.) Spreng. Hp N

Cosmos palmeri B.L.Rob. Ha N

Cosmos parviflorus (Jacq.) Kunth Ha N

Dahlia sherffii P.D. Sørensen Hp N

<i>Erigeron formosissimus</i> Greene	Hp	N
<i>Erigeron wislizeni</i> (A. Gray) Greene	Hp	N
<i>Grindelia squarrosa</i> (Pursh) Dunal	Hp	N
<i>Helianthemum glomeratum</i> (Lag.) Lag.	Ha	N
<i>Leuciva dealbata</i> (A. Gray) Rydb.	Ha	N
<i>Machaeranthera tanacetifolia</i> (Kunth) Nees	Ha	N
<i>Pectis prostrata</i> Cav.	Ha	N
<i>Psacalium decompositum</i> (A.Gray) H. Rob. & Brettell	Hp	N
<i>Pseudognaphalium canescens</i> (DC.) Anderb.	Hp	N
<i>Roldana hartwegii</i> H.E. Robins. & Brett.	Hp	N
<i>Stevia serrata</i> Cav.	Bi	N
<i>Stevia viscida</i> Kunth	Bi	N
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Hp	N
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	Ha	N
<i>Tagetes subulata</i> Cerv.	Ha	N
<i>Verbesina longifolia</i> A. Gray	Hp	N
<i>Viguiera cordifolia</i> A. Gray	Hp	N
<i>Viguiera decurrens</i> A. Gray	Hp	N
<i>Zinnia peruviana</i> L.	Ha	I

Begoniaceae

Begonia gracilis Kunth Hp N

Brassicaceae

Dryopetalon runcinatum A. Gray. Hp N

Pennellia micrantha (A. Gray) Nieuwl. Hp N

Cactaceae

Mammillaria heyderi Muehlenpf. C N

Opuntia phaeacantha Engelm, C N

Convolvulaceae

Dichondra argénteá Humb. & Bonpl. Ex Wild. Hp N

Ipomoea capillacea (Kunth) G. Don Hp N

Ipomoea lindheimeri A. Gray Ha N

Cucurbitaceae

Cucurbita foetidissima Kunth Ha N

Sicyos ampelophyllus Wooton & Standl. Ha N

Ericaceae

Arbutus arizonica (A. Gray) Sarg. A N

Arctostaphylos pungens Kunth Bi N

Euphorbiaceae

Croton pottsii (Klotzsch) Muell.-Arg. Hp N

Euphorbia hyssopifolia L. Ha N

Tragia ramosa Torr. Hp N

Fabaceae

<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	<i>Bi</i>	<i>N</i>
<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Calliandra humilis</i> Benth.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Cologania angustifolia</i> Kunth	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Dalea albiflora</i> A. Gray	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Dalea polygonoides</i> A. Gray	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Dalea pinetorum</i> Gentry	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Dalea urceolata</i> Greene	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Desmodium grahammii</i> A. gray	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc.	<i>Ha</i>	<i>N</i>
<i>Desmodium rosei</i> B.G. Schub.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Indigofera montana</i> Rose	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Lupinus huachucanus</i> M.E. Jones	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Lupinus neomexicanus</i> Greene	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega	<i>Be</i>	<i>N</i>
<i>Mimosa dysocarpa</i> Benth.	<i>Be</i>	<i>N</i>
<i>Mimosa grahamii</i> var. <i>grahamii</i> A. Gray	<i>Be</i>	<i>N</i>
<i>Phaseolus grayanus</i> Wooton & Standl.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Phaseolus maculatus</i> Scheele	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Phaseolus parvulus</i> Greene	<i>Hp</i>	<i>N</i>

Vicia pulchella Kunth Hp N

Fagaceae

Quercus arizonica Sarg. A N

Quercus crassifolia Bonpl. A N

Quercus depressipes Trel. A N

Quercus durifolia Seemen ex Loes A N

Quercus emory Torr. A N

Quercus gambelii Nutt. A N

Quercus hypoleucoides A. Camus A N

Quercus pungens Liebm A N

Lamiaceae

Agastache pallida (Lindl.) Cory Hp N

Salvia subincisa Benth. Ha N

Liliaceae

Calochortus venustulus Greene Hp N

Loasaceae

Mentzelia aspera L. Hp N

Malpighiaceae

Aspicarpa hirtella Rich. Hp N

Malvaceae

Anoda cristata (L.) Schltld. Hp N

Sida abutifolia Mill. Hp N

Sida neomexicana A. gray Hp N

Nyctaginaceae

Mirabilis linearis (Pursh) Heimerl Hp N

Mirabili slongiflora L. Hp N

Onagraceae

Gaura coccinea var. *Parviflora* (Torr.) F.C. Gates Hp N

Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton Ha N

Plantaginaceae

Plantago nivea Kunth Hp N

Veronica mexicana S. Watson Hp N

Polygalaceae

Polygala alba Nutt. Hp N

Polygala glochidiata Kunth Ha N

Rhamnaceae

Ceanothus buxifolius Willd. Ex Kunth Be N

Ceanothus fendleri A. Gray Be N

Rosaceae

Cercocarpus montanus var. *paucidentatus* Bi N

(S. Watson) F.L. Martin

Potentilla exsul Standl. Hp N

Rubiaceae

<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltldl.	<i>Bi</i>	<i>N</i>
<i>Hedyotis wrightii</i> (A. Gray) Fosberg	<i>Hp</i>	<i>N</i>
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	<i>Ha</i>	<i>N</i>

Saxifragaceae

<i>Heuchera sanguinea</i> Engelm.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
-----------------------------------	-----------	----------

Urticaceae

<i>Urtica dioica</i> subsp. <i>gracilis</i>	<i>Hp</i>	<i>N</i>
(Aiton) Selander		

Verbenaceae

<i>Glandularia bipinnatifida</i> Nutt.	<i>Hp</i>	<i>N</i>
--	-----------	----------