



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**ESTRUCTURA DEL PAISAJE Y SU EFECTO EN LA DIVERSIDAD DE LA  
FAMILIA ASTERACEAE EN LAS SIERRAS TRIQUI-MIXTECA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**BIÓLOGA**

**PRESENTA:**

**TÉLLEZ MENESES PAMELA SAYDA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. EZEQUIEL HERNÁNDEZ PÉREZ**

**ASESOR INTERNO**

**DR. ELOY SOLANO CAMACHO**

**CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO DE 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Al hombre que me enseñó a afrontar los problemas de frente, tener la cara en alto ante cualquier dificultad, a levantarme después de cada caída. Que el amor se demuestra día a día, a ayudar a quien lo necesita sin importar quien sea, que los amigos y la familia son importantes y por eso debemos cuidarlos.

Que errar es de humanos y puedo equivocarme, que perdonar a los que me dañan no es señal de debilidad, que entre más conocimiento adquieras y más riquezas poseas, mas humilde debes ser, que la vida se vive una vez y por eso hay que vivir cada momento.

Han pasado años difíciles para todos los que te amamos... pero cada palabra tuya sea buena o mala siempre estará en cada uno de nosotros, porque no estamos solos tu recuerdo siempre nos acompaña... y aunque duela hasta el alma el show debe continuar.

Gracias por ser parte de mi vida y por dejarme estar en la tuya, por enseñarme a amar y a ver el mundo desde otra perspectiva. Por ser mi motor, mi felicidad constante y mi apoyo. Por estar siempre aunque no me necesites en tu vida, por dar siempre lo mejor de ti...y demostrarme que vales cada momento. Gracias porque contigo aprendí a caminar por la vida con la mirada perdida pero dejando que el rumbo lo tomara mi corazón. TE AMO Y TE AMARÉ INCONMENSURABLEMENTE, ETERNAMENTE... PORQUE PASE LO QUE PASE MAÑANA, SIEMPRE TENDREMOS HOY.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS SINODALES**

Al Dr. Ezequiel por la paciencia, la dedicación y los malos momentos que te hice pasar, por apoyarme en todo momento y hablarme siempre amablemente, aun cuando te desesperabas conmigo. No sólo eres mi director de tesis, eres un gran ejemplo de vida y un gran amigo.

Al Dr. Eloy por sus palabras y por recibirme siempre, por su apoyo y las risas en campo. Porque tiene razón no hay que preocuparse...debemos ocuparnos! Lo admiro y lo respeto.

Al M en C. Ramiro por ese amor y respeto a la vida, por sus conversaciones y su apoyo en campo, porque no existía barrera para recolectar mis plantas y porque siempre tenía un ejemplar mas para mi trabajo.

Al M. en C. Eliseo. Por sus aportaciones a este trabajo. Gracias por ser parte de él

Al. M en C. Faustino. Por sus comentarios acertados, por su dedicación y tiempo, también es parte de este logro.

A la Dirección General de Asuntos del Persona Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México - Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (DGAPA, PAPIIT, convenio IN225210-3) por el apoyo para realizar el trabajo de campo.

A Jehová porque cada acción siempre me lleva a él. Nadie tiene mayor amor que este: que alguien entregue su alma a favor de sus amigos.

A mi Sarucha (mami) por comprenderme y amarme tal cual soy, por ser fuente de inspiración y darme siempre lo necesario y lo que no para seguir día a día. Te amo

A ti Raúl, Por estar en los buenos y en los malos momentos...por apoyarme en cada una de mis locuras, por ser parte de mi vida y creer en mí. No hay palabras cuando lo que siento desborda el alma. Te amo y lo haré siempre.

A mis hermanos: Sayda, Abril, Daniel, Itzel y Manolo, por su amor, su motivación y porque siempre seremos un gran equipo. Y si me dieran a elegir...sin duda los elegiría siempre.

A mis mejores amigos, por ser parte de mi vida, por cada experiencia a su lado, por cada consejo y palabra, por su apoyo y sus regaños... Aminta, Pedro, Argelia y don Ale. Los amo.

A mis amigos de carrera, Andrés, David, Alonso, Daniel, Cesar y Cintia. Los extraño y los quiero, siempre.

A mis amigos del herbario, Magdalena, profe Marco, Miguel, Arturo, Mario, Paty y Gina, siempre tienen algo nuevo que enseñarme

A mi segunda Familia, CRUZ ROJA y a mis hermanos: Abril, Joel, Mata, Abel, Isai, Martin, Eduardo, Heder, Yaz, Eli, Lola, Stanford, Aquino, Aldo, Aline, Karen y Luis. Por sus risas compartidas y su amor por el prójimo. PREPARADOS PARA LO QUE SEA!

A usted profesor José Luis... por convertirse en un gran amigo y estar siempre con un oído dispuesto a escuchar.

A mis profesores que me enseñaron el amor por la Biología.

# ÍNDICE

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Resumen.....                 | 1  |
| I.    Introducción.....      | 2  |
| II.   Marco teórico.....     | 6  |
| III.  Justificación.....     | 11 |
| IV.  Hipótesis.....          | 11 |
| V.    Objetivos.....         | 12 |
| VI.  Zona de estudio.....    | 13 |
| VII.  Método.....            | 15 |
| VIII. Resultados.....        | 25 |
| IX.  Discusión.....          | 39 |
| X.   Conclusión.....         | 48 |
| XI.  Anexo 1.....            | 49 |
| XII. Anexo 2.....            | 66 |
| XIII. Literatura citada..... | 69 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>Cuadro</b> | <b>Título</b>  | <b>Página</b> |
|---------------|--|---------------|
| <b>1</b>      | Superficie y división de los tipos de vegetación y uso de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.   | <b>26</b>     |
| <b>2</b>      | Aislamiento de los fragmentos de vegetación y uso de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.  | <b>27</b>     |
| <b>3</b>      | Geometría de los fragmentos de vegetación y uso de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.  | <b>28</b>     |
| <b>4</b>      | Matriz de valores del análisis de componentes principales (ACP) entre las características de 264 fragmentos y la presencia de 178 especies de Asteraceae en las Sierras Triqui- Mixteca del estado de Oaxaca | <b>32</b>     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Figura</b> | <b>Título</b>  | <b>Página</b> |
|---------------|--|---------------|
| <b>1</b>      | Localización geográfica de Sierras Triqui-Mixteca del estado de Oaxaca.  | <b>14</b>     |
| <b>2</b>      | Distribución espacial de los recorridos en campo para la recolecta de especies de la familia Asteraceae en las Sierras Triqui-Mixteca.         | <b>16</b>     |
| <b>3</b>      | Distribución de los tipos de vegetación y usos de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.   | <b>26</b>     |
| <b>4</b>      | Géneros de Asteraceae con mayor número de especies registradas en los fragmentos de vegetación de las Sierras Triqui-Mixteca.                  | <b>29</b>     |
| <b>5</b>      | Número de especies endémicas y de amplia distribución de Asteraceae registradas en los fragmentos de vegetación de las Sierras Triqui-Mixteca. | <b>30</b>     |
| <b>6</b>      | Riqueza de especies de Asteraceae registrada en cada uno de los tipos de vegetación y usos de suelo en las Sierra Triqui-Mixteca.              | <b>31</b>     |
| <b>7</b>      | Distribución de las especies de Asteraceae en los valores positivos del primer componente y negativos del segundo.                             | <b>34</b>     |
| <b>8</b>      | Distribución de las especies de Asteraceae en los valores negativos de primer componente y positivos del segundo.                              | <b>35</b>     |
| <b>9</b>      | Distribución de las especies de la familia Asteraceae en los valores positivos del primer componente y positivos del segundo                   | <b>36</b>     |
| <b>10</b>     | Distribución de las especies de la familia Asteraceae en los valores negativos del primer componente y negativos del segundo.                  | <b>37</b>     |



## RESUMEN

Se analizaron los efectos de la estructura del paisaje sobre las diversidades alfa y beta de la familia Asteraceae. Se cuantificaron en 264 fragmentos la superficie, el área interior, la forma, la densidad de borde y la distancia euclidiana al fragmento vecino más cercano, con el programa FRAGSTATS. El bosque de *Pinus* cubre el 47.4% de la superficie de la zona de estudio, mientras que, el bosque mesófilo de montaña el 19.6%. La vegetación se distribuye en 5065 fragmentos, 1345 corresponden a vegetación natural y 3720 a cultivos y pastizal inducido. La vegetación de la zona presentó un alto grado de división, los fragmentos de mayor extensión corresponden a bosque de *Pinus* y mesófilo de montaña, rodeados por una matriz de agricultura de temporal y pastizal inducido. Se registraron 178 especies de asteráceas en 264 fragmentos. La mayor riqueza se cuantificó en los bosques de pino. La diversidad alfa fue diferente entre fragmentos ( $F = 757.9$ ;  $p < 0.0001$ ). La densidad de borde, la forma, el área interior y la superficie de los fragmentos, tienen efectos significativos en la riqueza de especies ( $F = 10.8$ ;  $p = 0.0001$ ;  $R^2 = 0.47$ ). El área y la forma de los fragmentos afectan positivamente la diversidad alfa de asteráceas, mientras que, la densidad de borde y el área interior, negativamente. La mayor riqueza se registró en fragmentos con mayor densidad de borde. No se observaron efectos significativos entre el aislamiento de los fragmentos y la diversidad beta de asteráceas. Los patrones de diversidad de este grupo de plantas dependen de la amplitud ecológica y sus requerimientos de hábitat, determinantes para su desarrollo y permanencia en paisajes fragmentados.

## I. INTRODUCCIÓN

El paisaje es un área de características heterogéneas, compuesta por un conjunto de ecosistemas que interactúan entre sí, está integrado por áreas naturales y antrópicas que definen patrones espaciales y temporales como resultado de interacciones entre factores físicos, biológicos, sociales y económicos, con la configuración espacial y los procesos ecológicos (Forman y Godron, 1986; O'Neill *et al.*, 1988; Forman, 1995). Se reconocen tres características de los paisajes que afectan la diversidad de especies: estructura, funcionalidad y dinámica. La estructura del paisaje está conformada por tres elementos: matriz, corredores y fragmentos, la integración de estos elementos determinan la dominancia, heterogeneidad y características de cada paisaje (Forman y Godron, 1986). La funcionalidad del paisaje se relaciona con las interacciones entre los elementos espaciales del paisaje, incluyendo el flujo de energía, materiales y especies, entre fragmentos. La dinámica del paisaje incluye características tanto de la estructura como de la funcionalidad, con la finalidad de examinar los cambios en los patrones y procesos del paisaje a lo largo del tiempo (Peters y Goslee, 2001).

La estructura del paisaje puede ser analizada en dos niveles espaciales. El primero de ellos, se enfoca en los atributos de los fragmentos individuales, particularmente el tamaño y la forma. El siguiente nivel se refiere a la composición y patrón del paisaje, así como en la diversidad de fragmentos que lo componen. En ambos niveles se considera al fragmento como la unidad mínima de análisis. En la definición de fragmento se pueden aplicar criterios de composición, estructura de un área mínima o cantidad de borde que se comparte con zonas

antrópicas. Distintos estudios que analizan la estructura del paisaje se ajustan a una población, comunidad o ecosistema, por ello las características estructurales, de composición o tamaño mínimo de los fragmentos son variables (Fahrig, 2003). La identificación de los fragmentos es determinante para la caracterización de la estructura del paisaje (Saunders *et al.*, 1991), debido a que la selección de uno de estos criterios para el modelado de la estructura del paisaje producirá resultados muy diferentes al analizar la diversidad del paisaje (Hooper y Vitousek, 1997).

Otro elemento a considerar en el análisis de la estructura del paisaje es la matriz. Ésta se caracteriza por una extensa cobertura, alta conectividad y mayor control sobre la dinámica del paisaje. Sin embargo, en los ecosistemas tropicales la matriz puede ser considerada como un área de hábitats transformados. Los fragmentos contenidos en esta matriz, funcionalmente son diferentes de los fragmentos de vegetación rodeados por otros tipos de vegetación mejor conservados (Schindler *et al.*, 2008). La matriz puede determinar los efectos en la biodiversidad, debido a que el contraste entre ésta y los fragmentos regulan la dispersión, y reduce muchos de los efectos relacionados con el borde de los fragmentos (Mesquita *et al.*, 1999; Ewers y Didham, 2006; Laurance *et al.*, 2006).

A nivel de paisaje la heterogeneidad espacial de los fragmentos es analizada mediante su composición y configuración (Wiens *et al.*, 1993). La composición representa el número, tipo y extensión de los fragmentos. La configuración es de carácter espacial, considera el arreglo, posición y orientación de los mismos (McGarigal y McComb, 1995). La alteración de la estructura del

paisaje implica cambios en la composición y configuración del mismo (Fahrig y Merriam, 1994; Forman, 1995; McGarigal y Marks, 1995; Collinge y Forman, 1998; McGarigal y Cushman, 2002).

Los cambios de uso de suelo por las actividades antrópicas son los factores con mayor impacto en la estructura del paisaje (Sala *et al.*, 2000). En la mayoría de los casos se ha encontrado una correlación negativa entre la alteración de la estructura del paisaje y la diversidad de especies. Sin embargo, aún hay poca claridad acerca de los mecanismos responsables de esta predisposición, debido a que los efectos de la estructura del paisaje en la diversidad de especies están determinados por la escala espacial y temporal, la sinergia de los patrones y procesos que operan en el paisaje y la especie a estudiar (Fahrig y Paloheimo, 1988; Kareiva, 1990; Torres *et al.*, 2003). Se ha documentado que dichas alteraciones afectan la diversidad en varias formas: reducen el área original del hábitat, aumentan la densidad de borde e incrementan la distancia entre fragmentos, con el consecuente aislamiento de las poblaciones (Andrén, 1996).

Aunque la alteración de la estructura del paisaje incrementa la vulnerabilidad de muchas especies de plantas, expuestas a condiciones ambientales adversas, también ocasionan la apertura de nuevos hábitats para especies de plantas generalistas, algunas de éstas pertenecientes a la familia Asteraceae (Skole y Tucker, 1993). Según Villaseñor *et al.* (2004), las asteráceas son particularmente afectadas por la fragmentación y el disturbio de los ecosistemas, ya que muchas especies de esta familia son favorecidas por la

alteración de la estructura del paisaje. Algunas especies de esta familia, son elementos abundantes en las primeras etapas sucesionales de las comunidades vegetales y es común verlas dominando los medios arvenses y ruderales. Sin embargo, otras especies particularmente aquellas endémicas de distribución restringida, podrían ser afectadas negativamente por la modificación de su hábitat. Este estudio se desarrolló con base en las siguientes preguntas: ¿en qué medida el cambio de la estructura espacial del paisaje modifica la diversidad de especies de Asteraceae? y ¿cuáles características de los fragmentos influyen en la riqueza de especies?

## II. MARCO TEÓRICO

La configuración espacial del paisaje puede influir en la riqueza de especies mediante los efectos de la cantidad de hábitat disponible, el incremento en la distancia entre parches y en la cantidad de borde (Boilinier *et al.*, 2001). La pérdida y la fragmentación del hábitat son procesos a escala del paisaje que ocurren de forma simultánea, resultando en diversos patrones espaciales (Fahring, 2003). La fragmentación involucra pérdida progresiva de superficie original, subdivisión creciente del hábitat remanente e incremento de la relación entre el perímetro y la superficie, que conducen a la discontinuidad en la distribución espacial de los recursos y condiciones abióticas presentes en un área, a una escala determinada que afectan la ocupación, reproducción y supervivencia de las especies en forma particular (Franklin *et al.*, 2002; García, 2011). Sin embargo, Fahrig (2003) distingue entre la pérdida y fragmentación del hábitat. Esta diferencia se relaciona con los distintos procesos que influyen en el cambio del paisaje y que afectan de forma diferencial a los organismos. Se ha señalado que los efectos de la fragmentación se agrupan en cinco categorías que describen los atributos espaciales de los fragmentos remanentes: 1) área del fragmento, 2) efecto de borde, 3) forma del fragmento, 4) aislamiento y 5) estructura de la matriz (Ewers y Didham, 2006). De manera concreta, la fragmentación provocaría un incremento del riesgo de extinción local en especies animales y vegetales, a través de tres mecanismos: reducción directa en el tamaño de sus poblaciones, causadas por la pérdida neta del hábitat, disminución indirecta en dicho tamaño, debidas a la dificultad de dispersión entre poblaciones por el incremento del aislamiento entre fragmentos y disminución de la supervivencia de las especies en

los fragmentos, al encontrarse sometidas a condiciones ambientales adversas que les impone la matriz circundante (Andrén, 1996; Farigh y Merriam, 1994; Murcia, 1995; Hanski, 1998; Farigh, 2003).

La familia Asteraceae es uno de los grupos de plantas más diversos con aproximadamente 30 000 especies a nivel mundial (Villaseñor, 2011; Shi Zu *et al.*, 2011). Las plantas compuestas se distribuyen en todos los continentes excepto la Antártida, su mayor diversidad se concentra en las regiones tropicales, subtropicales y templadas; abundan en biomas de montaña y en regiones áridas y semiáridas (Bohm y Stuessy, 2001; Stevens, 2007). En México se conocen aproximadamente 3000 especies, representando alrededor de 13.5% de la riqueza florística total del país. En el estado de Oaxaca el número de especies asciende a 858, de las cuales 502 (58.5%) son endémicas de México y 133 (15.5%) son endémicas del estado (Villaseñor *et al.*, 2004). Oaxaca comparte 116 especies endémicas de México con sus estados vecinos (Chiapas, Guerrero, Puebla y Veracruz) lo que eleva la cifra de especies endémicas regionales a 249 (Suarez-Mota y Villaseñor, 2011).

Distintas especies de asteráceas tienen un papel destacado en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Por ejemplo, grandes extensiones de vegetación natural y perturbada están dominadas por asteráceas, esto les confiere un alto valor ecológico y ambiental. En muchos casos cumplen funciones en la retención y estabilización del suelo, en el incremento de su contenido de materia orgánica, en la producción de oxígeno y la depuración de la atmósfera, entre otras características (Petenatti y Del Vitto, 2000). La amplia distribución y gran capacidad de adaptación a la fragmentación y al disturbio de los ecosistemas, han

generado distintos hábitos de crecimiento y estructuras, y en algunos casos especialización ecológica inducida por el ambiente (Metcalf y Chalk, 1983; Bell, 1993). Las estrategias adaptativas de las asteráceas a condiciones ambientales extremas son diversas (Orshan, 1986; Fahn y Cutler, 1992; Petenatti y Del Vitto, 2000). Entre las adaptaciones al frío y a la sequía se encuentran: formas vegetativas, época de floración, indumento, posición de estomas, formas de crecimiento y caducidad foliar. Los síndromes de polinización son predominantemente entomófilos y la dispersión anemócora. Se adaptan rápidamente a la intensa irradiación solar, a bajas temperaturas y a vientos intensos, mediante la succulencia, la producción de látex, aceites esenciales o resinas (Petenatti y Del Vitto, 2000).

Un gran número de asteráceas son ruderales y por ello abundan en áreas altamente perturbadas, o son arvenses y se establecen en zonas de cultivo de todo el mundo, aunque existe un significativo número de especies, particularmente en regiones montañosas, tanto tropicales como subtropicales y hasta templadas, que son endemismos restringidos. Algunas de estas especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, debido a las modificaciones de su hábitat. En la Lista Roja de plantas compilada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2009), se hallan representados 147 géneros de asteráceas, que incluyen 475 especies en diferentes categorías de riesgo. Pese a que se puede considerar aún muy incompleto el conocimiento de la flora y el estado de conservación de esta familia de plantas, se reconoce que aproximadamente el 2% de las especies y poco más del 9% de los géneros de las



asteráceas conocidas en todo el mundo se encuentran en alguna categoría de riesgo (Mace y Lande, 1991; Mace *et al.*, 1992).

Aunque se han publicado diversos estudios sobre los efectos de la estructura del paisaje, se conoce poco sobre las respuestas de diferentes grupos taxonómicos relacionadas con la alteración de la configuración y composición del mismo (McGarigal y Cushman, 2002; Fisher y Lindenmayer, 2007). Distintos estudios han documentado que algunas poblaciones de plantas pueden ser más resistentes a la transformación de la estructura del paisaje, debido a la persistencia de especies perennes que pueden sobrevivir en estos hábitats (Aizen y Feinsinger 1994; Bond 1994; Bronstein, 1995; Köchy y Rydin, 1997). Thiele *et al.* (2008) señalan que la conectividad del hábitat se correlaciona positivamente con la presencia de plantas invasoras. Mientras que, Bartuszevige *et al.* (2006) no registraron relación entre la presencia de este tipo de plantas y la conectividad, pero observaron una correlación positiva con la cantidad de borde del hábitat. Pearson y Dawson (2005) describieron que las alteraciones del hábitat pueden retardar la propagación de especies con limitada dispersión a larga distancia, pero promueve la propagación de especies con dispersión menos limitada.

Otros estudios señalan que la complejidad de la forma en los fragmentos, disminuye el área interior e incrementa el efecto de borde, provocando alteraciones microclimáticas que modifican la estructura, la diversidad y la composición de especies, tanto en el borde como al interior de los mismos (Saunders *et al.*, 1991; Laurance *et al.*, 1998; Benítez-Malvido y Martínez-Ramos,

2003; Moser *et al.*, 2002, Harper *et al.*, 2005). Mientras que, el aislamiento de los fragmentos de vegetación remanente, tiende a disminuir la tasa de dispersión y el éxito de colonización, como consecuencia decrecen las poblaciones locales y se incrementa el riesgo de extinción local (Ochoa-Gaona, 2004; Ewers y Didham, 2006).

Con la finalidad de lograr una mejor interpretación de los procesos ecológicos, el efecto en la diversidad de especies y dispersión de los organismos en el paisaje, McGarigal *et al.*, (2005) establecieron cinco componentes espaciales relacionados con la alteración de la estructura del paisaje: extensión, división, forma, aislamiento y conectividad. Para cada uno de estos componentes se han desarrollado distintos índices que cuantifican la composición y configuración de los elementos del paisaje (Jaeger, 2000; McGarigal *et al.*, 2002). Por lo tanto, para el análisis de la estructura del paisaje se pueden seleccionar índices que no estén correlacionados y que permitan interpretar las contribuciones ecológicas de la estructura del paisaje (Cuhsman *et al.*, 2008).

### **III. JUSTIFICACIÓN**

En la zona de estudio la tasa de deforestación se ha incrementado a lo largo del tiempo ( $-0.44\% \text{ año}^{-1}$ ) en función de la intensificación de las actividades productivas de la región. En este sentido, las áreas rurales se caracterizan por presentar tasas altas de crecimiento demográfico, 18.7 nacimientos por cada mil habitantes, en el año 2005, el 52.9% de la población vivía en comunidades rurales y el 47.1% se concentraba en los centros urbanos (Anónimo, 2011), esta situación se refleja en un incremento en la demanda de tierras para la producción de alimentos. Esto ejerce una presión sobre las áreas boscosas debido a los cambios de uso del suelo. Por lo tanto, se consideró que la matriz en la zona de estudio corresponde a las áreas transformadas, en la cual se encuentran inmersos fragmentos de vegetación remanente.

### **IV. HIPÓTESIS**

La configuración espacial de los fragmentos permitirá diferenciar, desde el punto de vista estructural, su efecto en la diversidad de Asteraceae, que constituye una de las familias con mayor riqueza, por lo tanto, en fragmentos de menor tamaño, formas irregulares, alto índice de aislamiento y mayor densidad de borde, los valores de las diversidades alfa y beta serán menores.

## **V. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar las diversidades alfa y beta de la familia Asteraceae a escala local, en relación con la superficie, la forma, su aislamiento y la densidad de borde de los fragmentos.

### **Objetivos particulares**

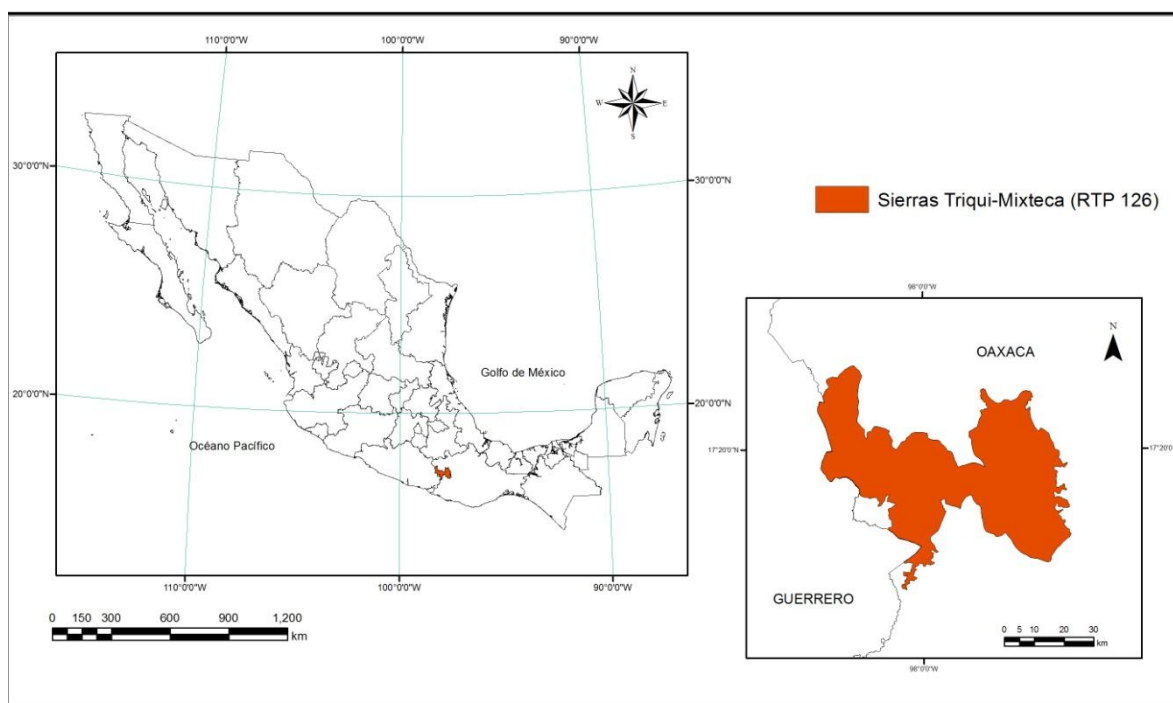
1. Identificar los atributos espaciales de los fragmentos (tamaño, forma y aislamiento) que influyen en la diversidad de especies de la Familia Asteraceae.
2. Explicar el efecto de la fragmentación en la diversidad de especies de Asteraceae.

## VI. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde al área que ocupan las Sierras Triqui-Mixteca (STM), cuyos límites ya habían sido establecidos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, cuando las designaron como una Región Terrestre Prioritaria (RTP), reconociéndola con el número 126. Según Arriaga *et al.* (2000), en la delimitación de esta RTP se consideraron los siguientes valores: medio por la diversidad ecosistémica y la integridad ecológica funcional, importante por los fenómenos naturales extraordinarios como la presencia de un bosque de liquidámbar, raro en la vertiente del Pacífico Mexicano, alto por su riqueza específica y presencia de endemismos. Además se tomó en cuenta que se localizan áreas con fragmentos de bosques de *Pinus*, de *Pinus-Quercus* y mesófilo de montaña, relativamente conservados. En su delimitación, el límite sur coincide con las curvas de nivel de 1000 a 1600 m y en la parte norte de 2200 a 2400 m (Arriaga *et al.*, 2000).

Las STM se localizan geográficamente en los meridianos 16° 31' 23" y 17° 35' 14" latitud norte y en los paralelos 97° 32' 21" a 98° 24' 29" longitud oeste, con una superficie de 3051 km<sup>2</sup> (Fig. 1). Las STM se ubican al suroeste de la provincia fisiográfica Montañas y Valles del Occidente de Oaxaca, consisten en un sistema de sierras que convergen hacia el sur. En su constitución geológica destacan rocas ígneas intrusivas de tipo granito del Mesozoico y metamórficas del Precámbrico (Ortiz-Pérez *et al.*, 2004). Las unidades taxonómicas de suelo dominantes son Litosol, Regosol, Cambisol, Leptosol y Andosol en menor proporción.

La temperatura y precipitación medias anuales oscilan entre los 12 a 22 °C y 200 a 1800 mm respectivamente. De acuerdo con los datos de temperatura y precipitación, el tipo de clima dominante en la zona es templado subhúmedo  $C(w_2)$ , con un cociente de precipitación anual de 55 mm, con lluvias en verano y estación seca en invierno (García, 2004). Los tipos de vegetación, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), son los bosques de coníferas, bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña.



**Fig. 1.** Localización geográfica de Sierras Triqui-Mixteca del estado de Oaxaca.

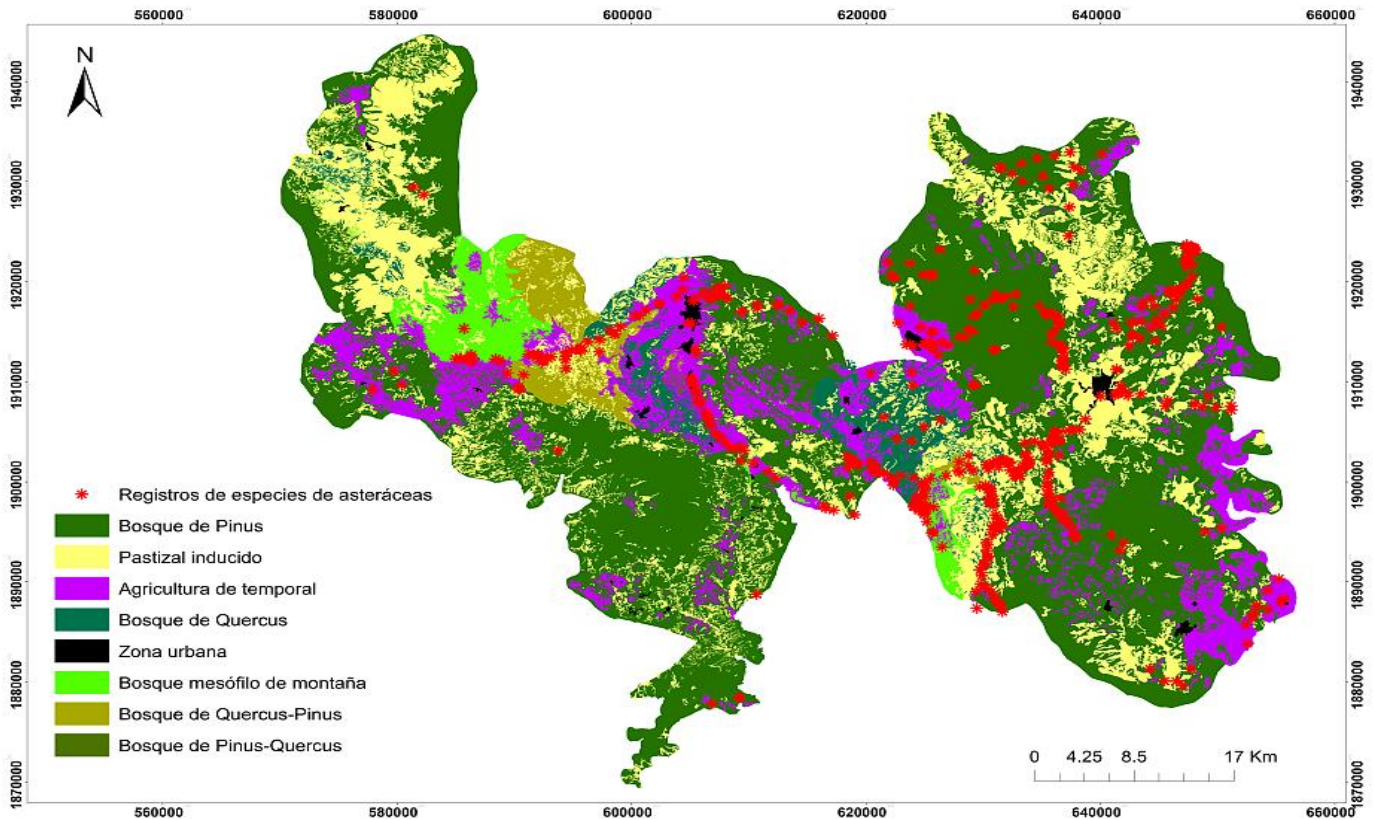
## VII. MÉTODO

### **Base de datos de Asteraceae**

Se elaboró una base de datos de la distribución de especies de la familia Asteraceae en la zona de estudio, a partir de la información disponible en las etiquetas de los ejemplares de herbario recorrido en campo. Los datos se agruparon en cuatro categorías: 1) datos taxonómicos, incluidos familia, género, epíteto específico, autor, variedad y autor de la variedad; 2) datos geográficos: estado, municipio, localidad, altitud, latitud y longitud; 3) datos ecológicos: como hábitat y fecha de colecta, aquí también se incluyó latitud, longitud y altitud y 4) datos curatoriales: nombre y número del colector, determinador taxonómico y colección.

Se revisaron ejemplares de tres colecciones botánicas, Herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional (OAX), Herbario Nacional del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y el Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FEZA). La información de los sitios de recolecta fue traducida a coordenadas geográficas, mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica. Con la finalidad de complementar la información obtenida en las etiquetas de herbario se realizaron 12 recorridos en la zona de estudio durante un año (Fig. 2). Los especímenes recolectados se determinaron taxonómicamente y se cotejaron en las colecciones FEZA y MEXU. La ortografía

de los nombres científicos se corroboró con la base Trópicos® del Missouri Botanical Garden.



**Fig. 2.** Distribución espacial de los recorridos en campo para la recolecta de especies de la familia Asteraceae en las Sierras Triqui-Mixteca.



## Estructura del paisaje de las Sierras Triqui-Mixteca

Se delimitaron las coberturas de vegetación de las Sierras Triqui-Mixteca con base en la clasificación supervisada de una imagen satelital Landsat 8, disponible en *Earth Explorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). La imagen fue convertida de formato TIF en bandas separadas a formato IMG con bandas acopladas. La información de apoyo en este estudio, consintió en un modelo digital de elevación generado a partir de curvas de elevación cada 15 metros, obtenida del continuo de elevaciones mexicano (INEGI, 2016), así como recorridos en campo para obtener puntos de verificación.

En la clasificación de la imagen se obtuvo la información de la vegetación y usos de suelo, mediante campos de entrenamiento seleccionados de acuerdo a su respuesta espectral en los compuestos de color, lo cual genera un agrupamiento particular también conocido como clúster (Chuvienco, 1995). La comparación individual de los píxeles en la imagen con la de los campos de entrenamiento se realizó mediante el algoritmo de máxima verosimilitud en el programa QGIS.

Se revisaron los sistemas de clasificación de INEGI (serie II, 1993) para la confirmación de la leyenda. La clasificación de las coberturas de uso de suelo y vegetación se compuso de las siguientes clases: bosque de *Pinus*, bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus*, agricultura de temporal, pastizal inducido y zona urbana.

## Índices de fragmentación

Para cuantificar la estructura del paisaje se consideró la extensión, la división, la forma y el aislamiento de los fragmentos a nivel de clase y fragmentos. Debido a la diversidad de métricas disponibles, se trabajó con un conjunto de índices parsimoniosos que proporcionarán información sobre la composición y configuración espacial de los fragmentos en la zona de estudio (McGarigal *et al.*, 2005; Cushman *et al.*, 2008). Se utilizaron los índices a nivel de clase, considerado como un conjunto de fragmentos del mismo tipo de vegetación y uso de suelo. El análisis se realizó con el programa FRAGSTATS: *Spatial Pattern Analysis for Categorical Maps* (<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats.html>). Los índices utilizados relacionados con la estructura se describen a continuación:

Extensión. Representa la cobertura total del área del hábitat en el paisaje y es una medida simple de la composición del paisaje, representada por los siguientes índices:

Área de clase (AC): mide en términos relativos el área de cada clase en el paisaje.

$$AC = \sum_{j=1}^a a_{ij} \left( \frac{1}{10000} \right)$$

Donde:

AC = área de clase

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) del fragmento  $ij$

Porcentaje de paisaje (*PP*): Cuantifica la abundancia proporcional de cada clase en la zona de estudio. Se aproxima a cero cuando el tipo de vegetación correspondiente es escaso. Es igual a 100 cuando la zona de estudio se compone de un solo tipo de vegetación o de un fragmento continuo.

$$PP = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$$

Donde:

*PP* = porcentaje de paisaje

*A* = área total de la zona de estudio (m<sup>2</sup>)

*P<sub>i</sub>* = proporción del área total ocupada por el *i*th fragmento

*a<sub>ij</sub>* = área (m<sup>2</sup>) del *j*th fragmento

Índice del fragmento más grande (*IFG*): el índice del fragmento más grande a nivel de clase, cuantifica el porcentaje del área total del paisaje compuesto por el fragmento de mayor tamaño. Es una medida de dominancia.

$$IFG = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A} (100)$$

Donde:

*a<sub>ij</sub>* = área (m<sup>2</sup>) del fragmento *ij*

*A* = área total del paisaje (m<sup>2</sup>)

División del hábitat. Explica el grado de división. No tiene relación con el tamaño, la forma y la distribución espacial de los fragmentos, debido a que estos

últimos son por lo general atributos afectados por la división. La división del hábitat fue cuantificada mediante el siguiente índice:

Número de fragmentos ( $Nf$ ): permite identificar el grado de fragmentación de un tipo de vegetación particular (McGarigal *et al.*, 2005).

$$Nf = ni$$

Donde:

$Nf$  = número de fragmentos

$ni$  = número de fragmentos en el paisaje por tipo de vegetación (clase)  $i$ .

Geometría del fragmento: explica el carácter espacial de los fragmentos, teniendo en cuenta múltiples aspectos de su geometría. Se reconocen diversos índices que cuantifican esta característica. Los índices utilizados fueron los siguientes:

Forma ( $Fo$ ): este índice evalúa la complejidad de la forma de un fragmento, comparándolo con un fragmento circular con la misma superficie. Considera valores cercanos a uno para formas con perímetros simples, tales como cuadrados, y se incrementa cuando las formas son complejas (McGarigal *et al.*, 2005).

$$Fo = \frac{2 \ln(0.25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$$

Donde:

$p_{ij}$  = perímetro (m) del fragmento  $ij$ .

$a_{ij}$  = área (m<sup>2</sup>) del fragmento  $ij$ .

Índice de área interior (AI): se define como la superficie del fragmento localizada a cierta distancia de los límites exteriores, es decir, la zona que no es afectada por los efectos de borde. En este estudio el área interior de los fragmentos de vegetación presentes en las Sierras Triqui-Mixteca, se definió como la situada a más de 60 m/ha de los bordes. Este índice integra varios aspectos de la geometría de los fragmentos relacionados con la fragmentación del hábitat. El cálculo del área interior considera el tamaño del fragmento, la complejidad de su forma y la densidad de borde.

$$AI = a_{ij}^c \left( \frac{1}{100} \right)$$

Donde:

$a_{ij}^c$  = área interior (m<sup>2</sup>) del fragmento  $ij$  basado en una distancia de borde especificada (60m).

Aislamiento: el aislamiento se refiere a la distancia que existe entre los fragmentos y el tipo de matriz que los separa, cuantificado desde el contexto espacial de los fragmentos. El aislamiento se mide por el grado de contraste o magnitud de las diferencias en uno o más atributos entre los tipos de fragmentos adyacentes, tomando como base el fragmento focal y los vecinos. Los índices utilizados son los siguientes:

Distancia media al vecino más cercano (*DM*): evalúa la distancia media que existe al fragmento más cercano de la misma clase, basado en la distancia más corta de borde a borde (McGarigal *et al.*, 2005).

$$DM = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij}}{N}$$

Donde:

*DM* = distancia media al vecino más próximo.

*h<sub>ij</sub>* = distancia (m) entre el fragmento *ijs* e *ij*, medida de borde a borde.

*N* = número total de fragmentos que tienen vecinos más cercanos.

Índice de proximidad (*IPROX*): se aproxima a cero cuando el fragmento focal no tiene fragmentos vecinos del mismo tipo en un radio de búsqueda especificado. El valor se incrementa cuando se aproxima a fragmentos vecinos del mismo tipo.

$$IPROX = \sum_{g=1}^n \frac{a_{ijg}}{h_{ijg}^2}$$

Donde:

*a<sub>ijg</sub>* = área (m<sup>2</sup>) del fragmento *ijs* en un radio especificado (m) del fragmento *ij*.

*h<sub>ijg</sub>* = distancia (m) entre el fragmento *ijs* e *ij*, medida de borde a borde.

## **Características de los fragmentos**

Fueron seleccionados 264 fragmentos al azar, con la finalidad de cubrir la mayor superficie y número de coberturas de la zona de estudio. Con el programa FRAGSTATS versión 3.3, se cuantificó para cada uno de los fragmentos el área, la densidad de borde, el área interior, la forma, la distancia euclidiana al vecino más cercano del mismo tipo, la distancia entre tipos de vegetación y su conectividad. Como ya se indicó el área del fragmento (AF) corresponde a su superficie total. La forma del fragmento (FF) representa su complejidad en relación con su perímetro. El área interior (AI), se define como la superficie del fragmento localizada a cierta distancia de los límites exteriores, es decir, la zona que no es afectada por los efectos de borde. La distancia euclidiana al fragmento más cercano (DM), es la distancia euclidiana que existe entre fragmentos con el mismo tipo de vegetación. La densidad de borde (DB) es la sumatoria de las longitudes de todos los segmentos del borde, dividida por el área del fragmento, este índice se multiplica por 10 000 para su conversión a hectáreas. La conectividad estructural (CE) es igual a la suma del área de todos los fragmentos del mismo tipo de vegetación, dividido por el área total del paisaje.

## **Análisis de datos**

Se cuantificaron las diversidades alfa y beta, la primera es la suma de las especies de asteráceas encontradas en cada fragmento y el recambio de especies entre fragmentos es la beta. Con la finalidad de establecer diferencias significativas en la diversidad alfa de los fragmentos se realizó un análisis de varianza (ANOVA). El

efecto de las características de los fragmentos en la riqueza de especies se determinó mediante un análisis de regresión lineal múltiple, donde se utilizó la riqueza como variable dependiente y las características de los fragmentos como variables independientes. Todas las variables se transformaron a logaritmo natural antes del análisis. Se consideró que una variable independiente tenía alta colinealidad cuando el factor de inflación de la varianza (VIF) fue mayor a 10 (Graham, 2003). Las variables dependientes con alta colinealidad fueron excluidas del modelo.

Para determinar las diferencias en la composición de asteráceas entre fragmentos, se elaboró una matriz de disimilitud ( $1-J$ ) y se ordenó cada fragmento con un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS, Gauch 1982). El número de dimensiones de la ordenación se calculó a partir del menor valor de estrés con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). Para establecer las diferencias entre la composición de especies entre fragmentos, con los valores de disimilitud obtenidos se realizó un análisis de similitudes (ANOSIM). La interpretación de las dimensiones, se realizó mediante un análisis de correlación entre los índices de fragmentación y las dimensiones del NMDS. La influencia de los índices de fragmentación en la distribución de especies de compuestas, se cuantificó mediante un análisis de componentes principales en el programa MINITAB.



## VIII. RESULTADOS

### Estructura del paisaje de las Sierras Triqui-Mixteca

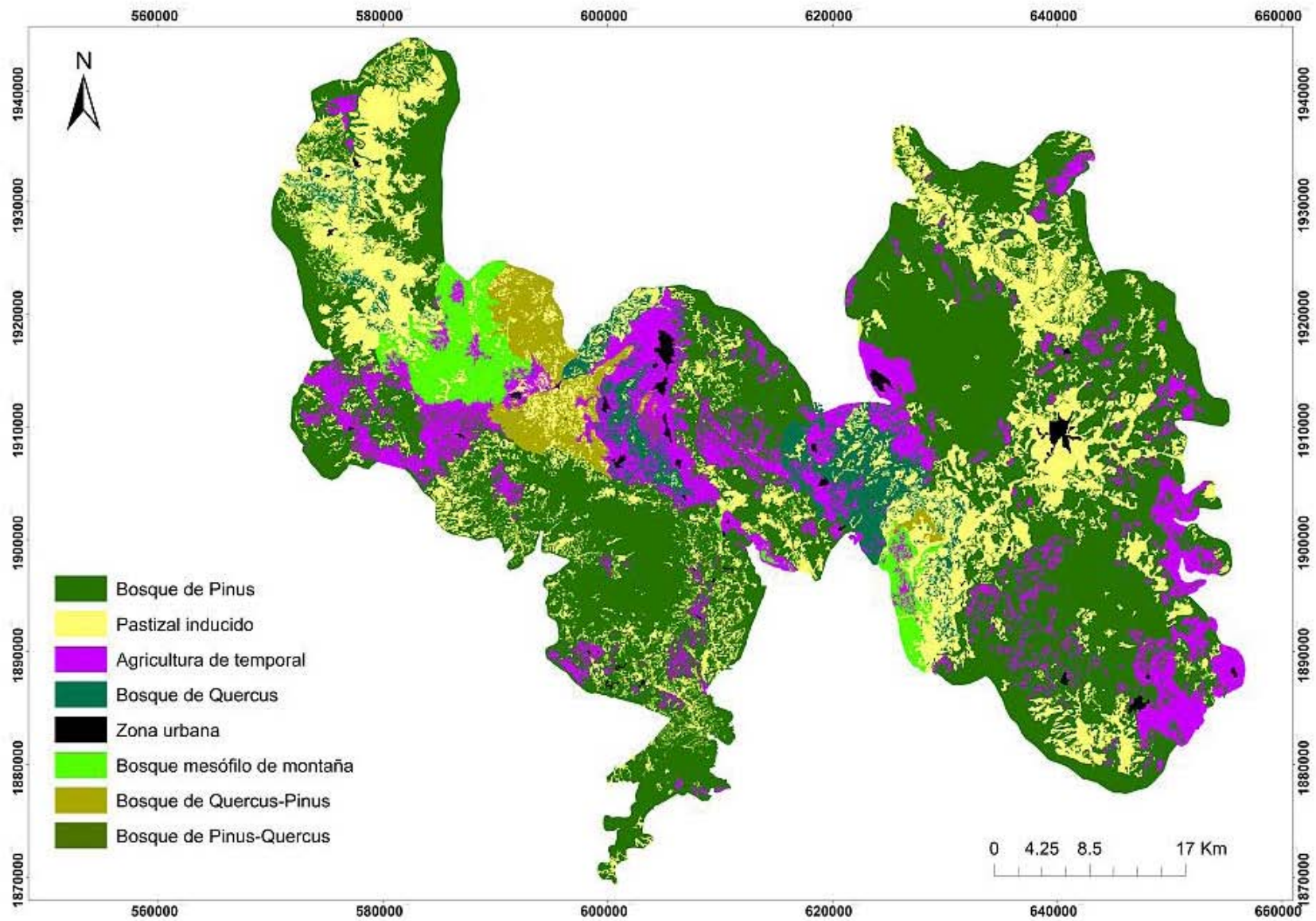
El área de estudio cubre una superficie aproximada de 276 181 ha, que incluye ocho tipos de coberturas distribuidas en 5165 fragmentos, de los cuales 1345 corresponden a vegetación y 3820 son áreas de agricultura de temporal, zonas urbanas y pastizal inducido (**Fig. 3**).

### Composición

Las coberturas con mayor número de fragmentos corresponden a cultivos (3105) y bosques de *Pinus* (684). El bosque de *Pinus* ocupa el 47.4% de la superficie total de la zona de estudio, el mesófilo de montaña el 9.6% y el de *Quercus* 4.6%. Las áreas transformadas con agricultura de temporal ocupan una superficie de 39191 ha y el pastizal inducido 69344 ha. Los resultados del índice del fragmento más grande indican que el bosque de *Pinus* (15.2%), agricultura de temporal (4.8%) el mesófilo de montaña (4.2%) tiene los fragmentos de mayor extensión (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Superficie y división de los tipos de vegetación y uso de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca. AC = área de clase, Nf = número de fragmentos, PP = porcentaje de clase en el paisaje IFG = índice del fragmento más grande.

| Clases                         | AC (ha) | Nf   | PP (%) | IFG (%) |
|--------------------------------|---------|------|--------|---------|
| Bosque de <i>Pinus</i>         | 176270  | 684  | 47.4   | 15.2    |
| Bosque de <i>Quercus</i>       | 17189   | 428  | 4.6    | 4.2     |
| Bosque mesófilo de montaña     | 36111   | 169  | 9.6    | 2.6     |
| Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> | 123     | 31   | 0.04   | 0.2     |
| Bosque de <i>Quercus-Pinus</i> | 10594   | 33   | 2.9    | 2.3     |
| Agricultura de temporal        | 45302   | 3105 | 13.2   | 4.8     |
| Pastizal inducido              | 69344   | 656  | 21.3   | 2.7     |
| Zona urbana                    | 2469    | 49   | 0.7    | 0.0     |
| Total                          | 357402  | 5165 |        |         |



**Fig. 3.** Distribución de las coberturas de vegetación y usos de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.

## Configuración

De acuerdo con el índice de proximidad media (IPROX) los bosques de *Quercus-Pinus*, el bosque de *Pinus* y las zonas urbanas, presentan los valores más altos. Estos valores indican que en un radio de 1000 m, los fragmentos que constituyen estas clases están más próximos entre sí. Los valores más bajos de IPROX se observaron en los fragmentos, bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña y fragmentos de agricultura de temporal. Estos fragmentos presentan mayor grado de aislamiento. El menor aislamiento promedio corresponde a fragmentos de bosque de *Quercus* (74.3 m) y el bosque de *Pinus* (44.8 m). Las clases con mayor aislamiento pertenecen al bosque de *Pinus-Quercus* (247 m) y al bosque mesófilo de montaña (149.7 m) (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2.** Aislamiento de los fragmentos de vegetación y uso de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.

| Clases                         | Índice de proximidad (%) (IPROX) | Distancia euclidiana promedio al vecino más cercano (m) |
|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Bosque de <i>Pinus</i>         | 50                               | 44.8  |
| Bosque de <i>Quercus</i>       | 13                               | 74.3  |
| Bosque mesófilo de montaña     | 15                               | 149.7   |
| Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> | 32                               | 247.0   |
| Bosque de <i>Quercus-Pinus</i> | 63                               | 93.2  |
| Agricultura de temporal        | 10                               | 47.5  |
| Pastizal inducido              | 38                               | 35.3  |
| Zona urbana                    | 57                               | 71.3  |

## Forma

Los valores más altos de índice de forma (Fo) se registraron en el bosque de *Quercus* y el bosque de *Pinus-Quercus*, mientras que, el valor más bajo se observó en los fragmentos de bosque mesófilo de montaña. El carácter geométrico de los fragmentos de estos tipos de vegetación refleja una forma compleja e irregular. En la zona de estudio se registraron 3644 fragmentos con área interior, de los cuales el bosque de *Pinus* y bosque mesófilo de montaña contienen la mayor área interior y la menor los bosques de *Quercus-Pinus* y el bosque de *Quercus* (**Cuadro 3**).

**Cuadro 3.** Geometría de los fragmentos de vegetación y uso de suelo en las Sierras Triqui-Mixteca.

| Clases                         | Índice de forma (FO) | Área interior (ha) |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|
| Bosque de <i>Pinus</i>         | 1.8001               | 193.1              |
| Bosque de <i>Quercus</i>       | 2.182                | 17.7               |
| Bosque mesófilo de montaña     | 1.4679               | 58.0               |
| Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> | 2.0579               | 41.5               |
| Bosque de <i>Quercus-Pinus</i> | 1.8411               | 27.0               |

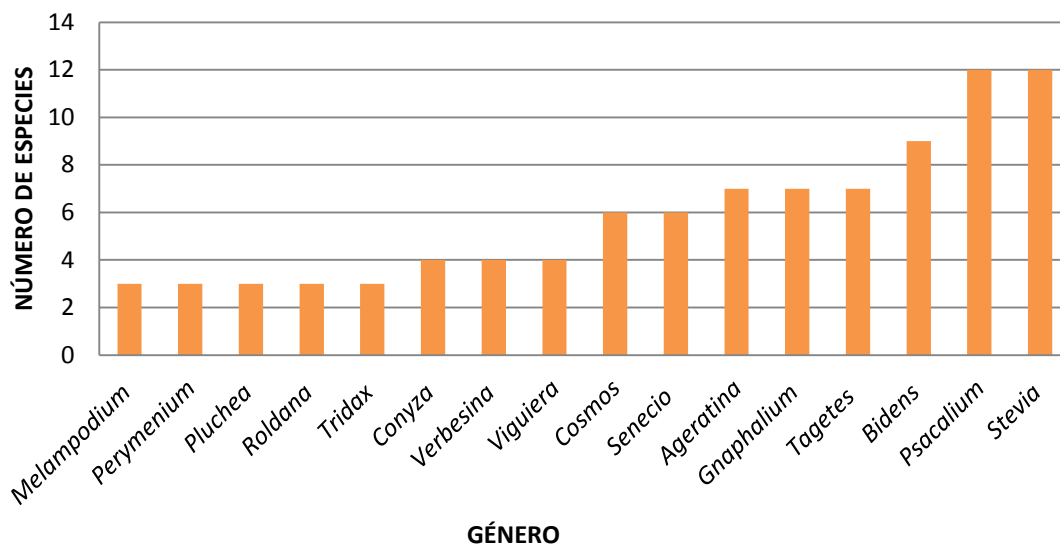
## Características de los fragmentos analizados

Los 264 fragmentos analizados en este estudio tienen superficies de 1.06 a 3701 ha  $114 \pm 369$  (media  $\pm$  E.E.). La distancia euclidiana al fragmento vecino más cercano registró entre 12.5 y 26035 m ( $931 \pm 2466$ ). La forma de los fragmentos presentó en promedio un valor de 3.9 ( $\pm 4.1$ ). La densidad de borde entre los

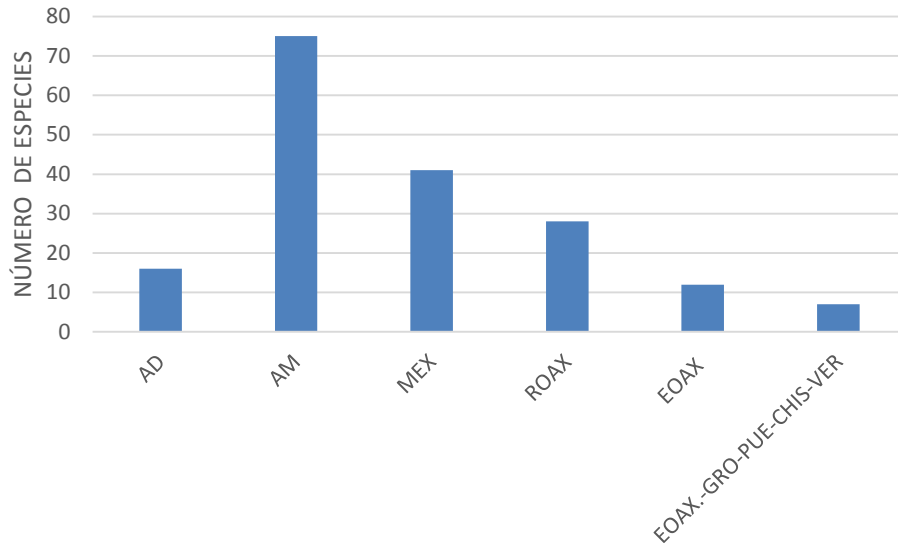
fragmentos fue de 0.01 a 1.35 m/ha ( $0.06 \pm 1.13$ ). Los fragmentos presentan un área interior de 0.1 a 1050 ha ( $24.3 \pm 88$ ). La altitud promedio fue de 2629 m ( $\pm 129.7$ ) y la pendiente promedio de 26% ( $\pm 10.4$ ).

### Composición florística de Asteraceae

En 264 fragmentos se registraron 69 géneros y 178 especies de asteráceas, de los cuales 16 géneros concentran el 52% del total de las especies registradas en las Sierras Triqui-Mixteca del estado de Oaxaca (Fig. 4). Del total de éstas, 16 especies son de amplia distribución, 75 endémicas de América, 41 endémicas de México, 28 se han registrado en Oaxaca aunque pueden estar presentes en otros estados, 12 especies endémicas de Oaxaca y siete especies comparten su distribución con estados vecinos a Oaxaca (Fig. 5).

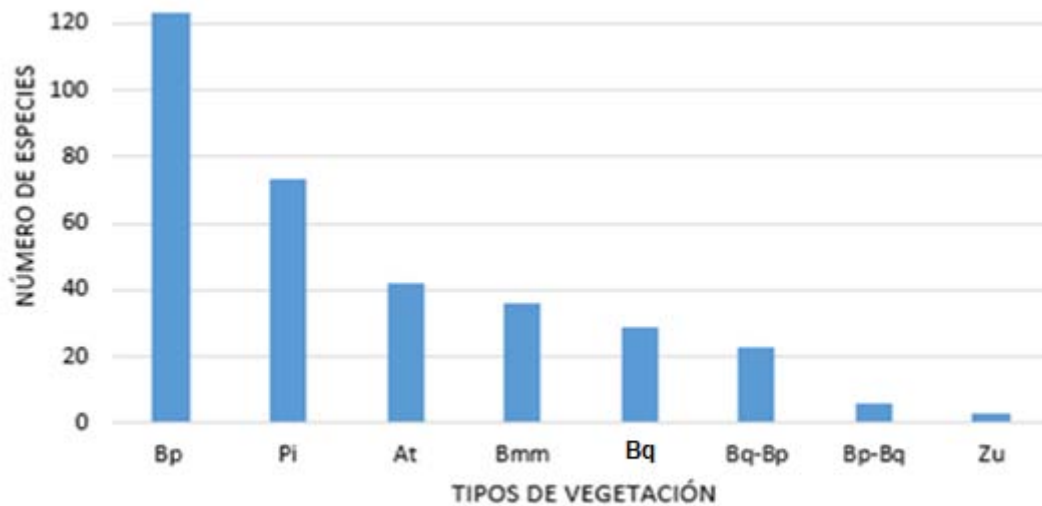


**Fig. 4.** Géneros de Asteraceae con mayor número de especies registradas en 264 fragmentos localizados en las Sierras Triqui-Mixteca.



**Figura 5.** Número de especies endémicas y de amplia distribución de asteráceas registradas en 264 fragmentos localizados en las Sierras Triqui-Mixteca. AD=Amplia Distribución, AM= América, ROAX= recolectada en Oaxaca, EOAX= Endémica de Oaxaca, EOAX-GRO-PUE-CHIS-VER= endémica de Oaxaca-Guerrero-Puebla-Chiapas-Veracruz (compartida con otros estados).

En las Sierras Triqui-Mixteca el bosque de *Pinus* (Bp) contiene la mayor riqueza de especies de asteráceas (121 especies), el bosque mesófilo de montaña (38), el bosque de *Quercus* (28), bosque de *Quercus-Pinus* (22) y con menor riqueza el bosque de *Pinus-Quercus* (8). Aunque se registró igual o mayor número de especies en distintos usos de suelo. En el pastizal inducido se inventariaron 73 especies y en los fragmentos de agricultura de temporal 41 especies (Fig. 6).



**Figura 6.** Riqueza de especies de asteráceas registrada en cada uno de las coberturas de vegetación y usos de suelo en las Sierra Triqui-Mixteca. Bp=bosque de *Pinus*, Bq= bosque de *Quercus*, Bmm= bosque mesófilo de montaña, Bp-Bq= bosque de *Pinus-Quercus*, Bq-Bp= bosque de *Quercus-Pinus*, At=Agricultura de temporal, Pi= Pastizal inducido, Zu=Zona urbana.

### **Relación entre la estructura del paisaje y la riqueza de especies de asteráceas**

La riqueza de especies entre fragmentos fue diferente ( $F = 757.9$ ;  $p < 0.0001$ ). En promedio se registraron  $4.4 \pm 8$  especies por fragmento. Del total de las especies inventariadas, 82 de éstas se localizaron en un fragmento, mientras que cuatro especies (*Dyssodia tagetiflora*, *Grindelia inuloides*, *Baccharis salicifolia* y *Tagetes lucida*) se registraron en 36, 56 y 62 fragmentos respectivamente. El análisis de regresión lineal múltiple indicó que los índices de fragmentación cuantificados tienen efectos significativos sobre la diversidad alfa de asteráceas ( $F = 10.8$ ;  $p =$

0.0001;  $R^2 = 0.47$ ). La conectividad estructural (CE) fue excluida del modelo debido a que presentó alta colinealidad ( $VIF > 10$ ).

El análisis de componentes principales (ACP) muestra que la distribución de las especies está relacionada con cuatro índices de fragmentación, contenidos en dos componentes que explican el 71.2% de la varianza total. El primer componente explica el 41.4% y se asocia positivamente con el área y la forma de los fragmentos. El segundo componente, con el 29.7% de la varianza adicional, se asocia negativamente con la densidad de borde y el área interior de los fragmentos (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Matriz de valores del Análisis de Componente Principales (ACP) entre las características de 264 fragmentos y la presencia de 178 especies de Asteraceae en las Sierras Triqui- Mixteca del estado de Oaxaca. Se muestran en negritas las variables con mayores valores en cada componente. AF = área del fragmentos; FF = forma de los fragmentos; DM = distancia euclidiana al fragmento más cercano; DB = densidad de borde; AI = área interior.

| Índices                    | Primer componente | Segundo componente |
|----------------------------|-------------------|--------------------|
| <b>AF</b>                  | <b>0.65</b>       | -0.12              |
| <b>FF</b>                  | <b>0.66</b>       | -0.06              |
| <b>DM</b>                  | 0.30              | -0.26              |
| <b>DB</b>                  | -0.16             | <b>-0.66</b>       |
| <b>AI</b>                  | -0.14             | <b>-0.68</b>       |
| % de la varianza explicada | 0.41              | 0.29               |
| % acumulado                | 0.41              | 0.71               |



Los resultados del ACP muestran que las especies de la familia Asteraceae identificadas en este estudio forman cuatro grupos: el primero se localiza en el área delimitada por los valores positivos del primer componente y negativos del segundo componente y está conformado por 52 especies. Este grupo se localiza en fragmentos grandes y mayor área interior (Fig. 7). El segundo grupo contiene 49 especies de asteráceas y se concentra en el cuadrante con valores negativos del primer componente y positivos del segundo. La distribución de estas especies se restringe a fragmentos de menor superficie y área interior, con mayor densidad de borde (Fig. 8). En el grupo tres se encuentran 43 especies de asteráceas, que se localizan en los valores positivos de ambos componentes, estas especies se encuentran en fragmentos de mayor superficie y menor área interior (Fig. 9). El último grupo incluye a 34 especies que se distribuyen en los valores negativos de ambos componentes, en fragmentos con menor superficie y menor densidad de borde (Fig. 10). Una alta proporción de las especies de asteráceas se sobrepone en la porción central de ambos componentes, principalmente en los valores negativos del segundo componente, lo que permite suponer su coexistencia en los bordes de los fragmentos.

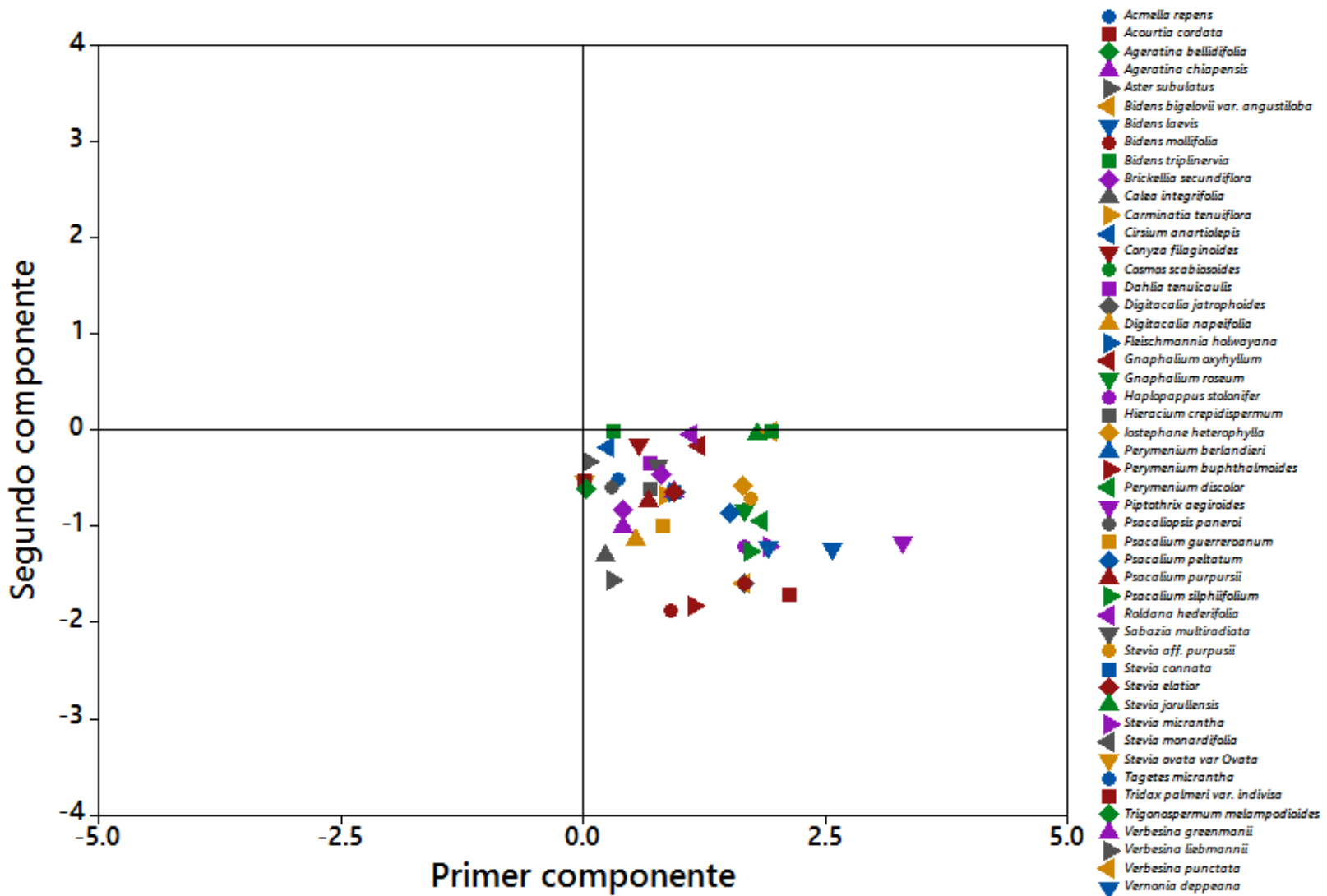


Figura 7. Distribución de las especies de de la familia Asteraceae en el los valores positivos del primer componente y negativos del segundo. Los símbolos representan cada una de las especies agrupadas en estos valores.

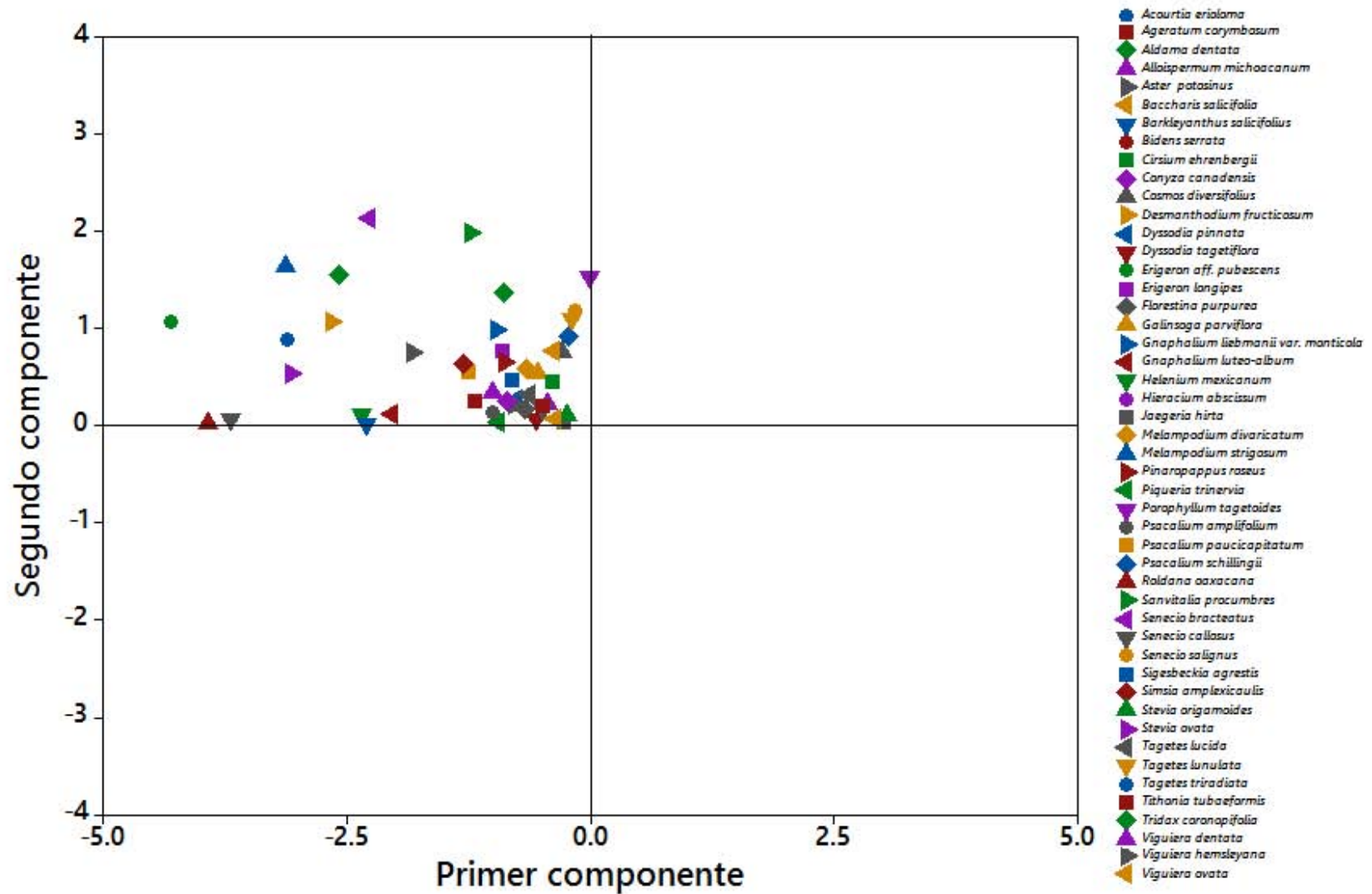


Figura 8. Distribución de las especies de de la familia Asteraceae en los valores negativos de primer componente y positivos del segundo. Los símbolos representan cada una de las especies agrupadas en estos valores.

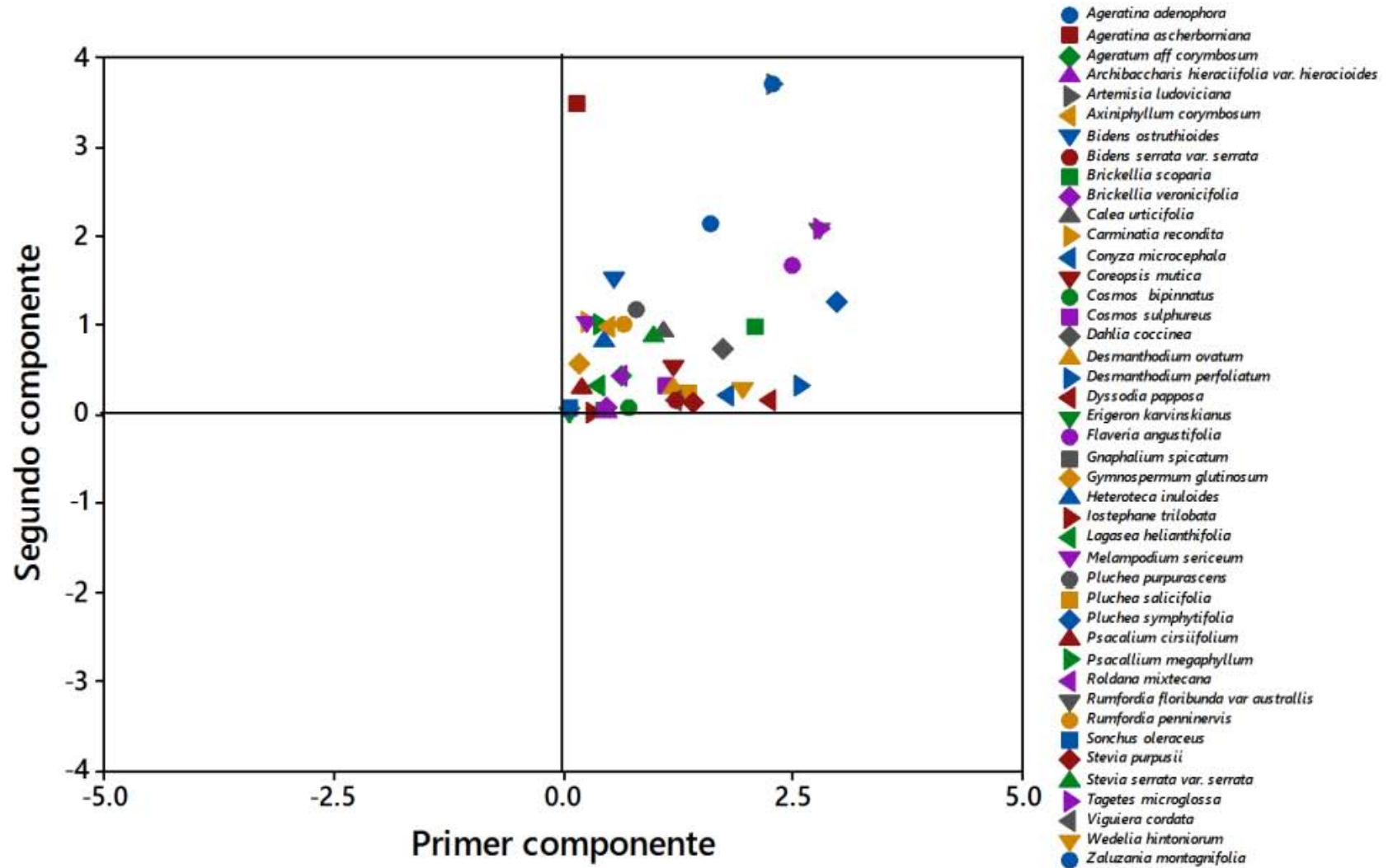


Fig. 9. Distribución de las especies de la familia Asteraceae en el los valores positivos del primer componente y positivos del segundo. Los símbolos representan cada una de las especies agrupadas en estos valores.

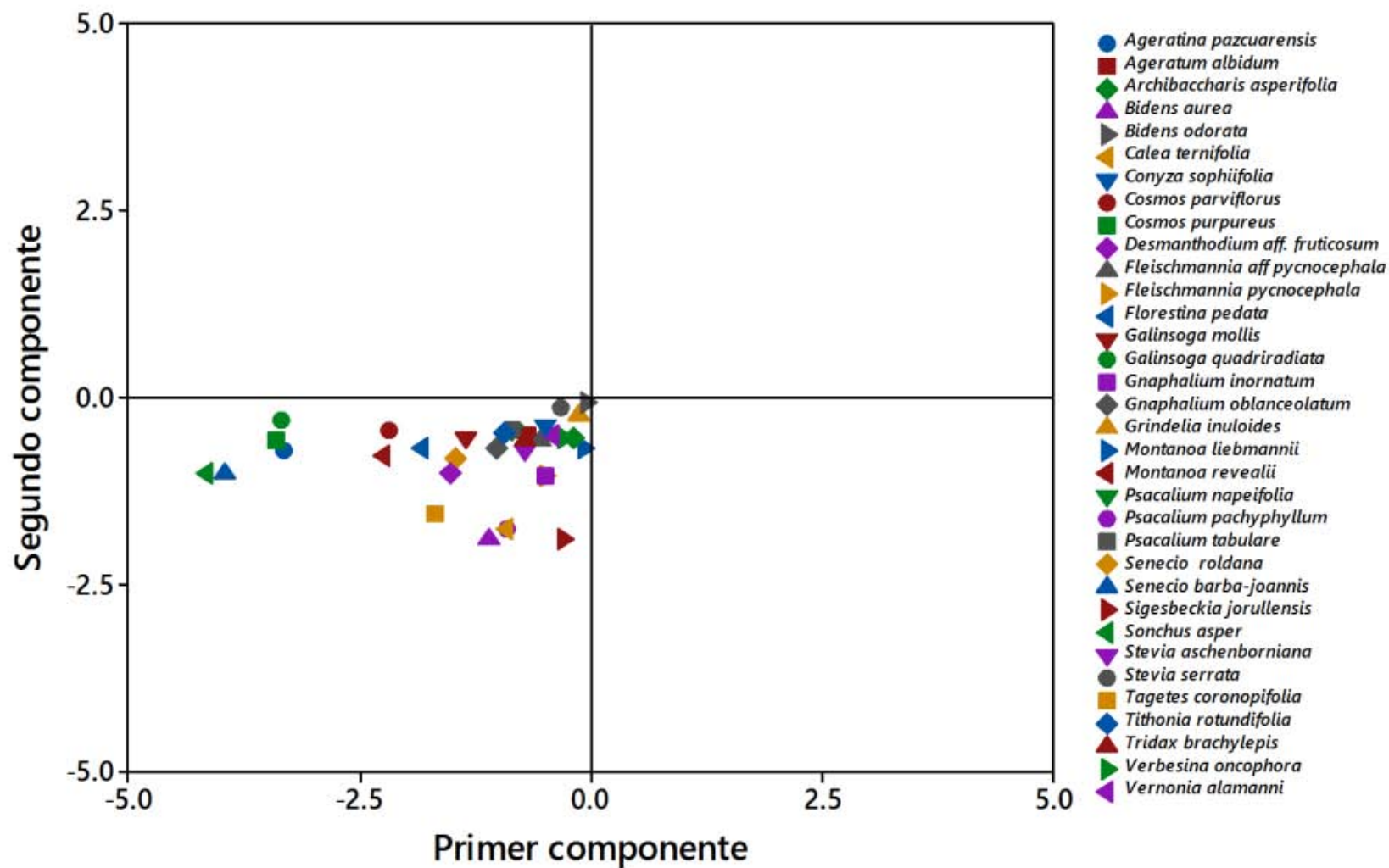


Fig. 10. Distribución de las especies de la familia Asteraceae en los valores negativos del primer componente y negativos del segundo. Los símbolos representan cada una de las especies agrupadas en estos valores.

## Diversidad beta entre fragmentos

El recambio de especies promedio fue de 0.05 ( $\pm$  0.05). Se observaron diferencias significativas en el recambio de especies entre fragmentos (ANOSIM, estadístico- $R = 0.64$ ;  $p = 0.0001$ ). El NMDS muestra que las dimensiones 1 y 2 agruparon a los fragmentos de vegetación y uso de suelo cuya composición florística de asteráceas en el nivel de especies es similar (Stress= 0.308,  $R^2 = 0.66$ ). La dimensión 1 es independiente de la estructura del paisaje ( $p > 0.05$ ), la dimensión 2 se correlacionó positivamente con la densidad de borde ( $r = 0.18$ ,  $p = 0.003$ ) y el tamaño de los fragmentos ( $r = 0.12$ ,  $p = 0.04$ ), y es independiente de la forma, el aislamiento y el área interior ( $p > 0.05$ ). Se distinguen seis grandes grupos de compuestas (Anexo 2), los dos primeros localizados en los valores positivos de los ejes 1 y 2, donde se encuentran especies con distribución restringida, entre ellas: *Ageratum albidu*, *Desmanthodium ovatum*, *Florestina purpurea*, *Iostephane trilobata*, *Psacalium peltatum*, *Psacalium schillingii* y *Zaluzania montagnifolia*. El tercer grupo está ubicado en el valor negativo del primer eje y positivo del segundo. En este grupo se localizan especies endémicas de América y México (*Cirsium ehrenbergii*, *Cosmos sulphureus*, *Helenium mexicanum*, *Porophyllum tagetoides*, *Sigesbeckia jorullensis* y *Verbesina oncophora*). El cuarto grupo se localiza en los valores negativos del primer eje y positivos del segundo. En este grupo destaca *Baccharis salicifolia*, especie de amplia distribución geográfica. El quinto grupo se localiza en los valores negativos de ambos ejes y las especies que lo componen son endémicas de América y México (*Calea integrifolia*, *Erigeron longipes* y *Grindelia inuloides*). El último grupo contiene especies que se localizan

en los valores negativos del primer eje y negativos del segundo. Las especies de este grupo son de distribución restringida a las Sierras Triqui-Mixteca y sólo se localizaron en 35 fragmentos.

## IX. DISCUSIÓN

### **Estructura del paisaje de las Sierras Triqui-Mixteca**

El paisaje de la zona de estudio, en relación con el tamaño y número de fragmentos, se encuentra dominado por fragmentos de bosque de *Pinus* y bosque mesófilo de montaña. Los fragmentos remanentes de estos ecosistemas tienen superficies mayores a una hectárea, rodeados por una matriz de agricultura de temporal y pastizal inducido, lo cual indica que estos bosques se encuentran sometidos a un fuerte proceso de fragmentación. Resultados similares obtuvieron Williams-Linera (1993) y Williams-Linera *et al.* (2002), quienes indican que en estos ecosistemas el patrón de los fragmentos es un mosaico con una matriz de cultivos y potreros con árboles aislados. Según Doumengue *et al.* (1995) y Aldrich *et al.* (2000), el bosque mesófilo de montaña está sumamente amenazado y presenta la tasa de deforestación más alta entre los bosques de tipo tropical, además de que gran parte de la cubierta forestal ha sido transformada en zonas de pastizal y cultivo, formando una combinación de áreas agrícolas con bosques secundarios y remanentes de vegetación primaria (González-Espinosa *et al.*, 1991; Thomlinson *et al.*, 1996; Sarmiento, 1997). En México se estima que más del 50% de los bosques mesófilos de montaña, han desaparecido (Challenger, 1998). La mayoría de los bosques existentes son remanentes fragmentados de los bosques originales (Gentry, 1995; Aldrich *et al.*, 1997). Estos factores podrían

explicar el alto grado de división de la vegetación remanente en la zona de estudio.

Otra consecuencia de la fragmentación es el aumento en el aislamiento entre fragmentos remanentes. Los fragmentos de vegetación con menor aislamiento fueron los de bosque de *Quercus* y bosque *Pinus*, mientras que los de mayor aislamiento fueron los de bosque mesófilo de montaña. En México, el bosque mesófilo de montaña ha sido destruido y fragmentado, originalmente ocupaba el 1% del territorio mexicano y hace dos décadas estaba reducido a un décimo de su extensión original. El paisaje actual es un mosaico de fragmentos aislados de bosque mesófilo, cultivos, potrero y árboles aislados (Williams-Linera *et al.*, 2002). En este sentido, aunque el aislamiento puede estar directamente relacionado con el patrón de riqueza de las especies (MacArthur y Wilson, 1967) y la dinámica metapoblacional (Hanski, 1998), además de la estructura genética de las poblaciones (Young *et al.*, 1996). Su importancia varía en función de la capacidad de dispersión del organismo y del tipo de matriz (Saunders *et al.*, 1991).

Los fragmentos de mayor tamaño presentan formas complejas con un área interior de menor tamaño. Este patrón se observó en los fragmentos de bosque de *Quercus* con superficie de área interior variables (17189 ha y 17.7 ha). En estos ecosistemas predominan fragmentos de origen antrópico que podrían incrementar la densidad de borde y en consecuencia se presenta una disminución del área interior. Según Harper *et al.* (2005), los fragmentos de vegetación de menor superficie y formas irregulares, tienen valores más altos de densidad de borde, comparados con los parches de mayor extensión y geometría regular. La alteración en la densidad de los bordes y la complejidad de las formas de las



coberturas vegetales, con formas asimétricas, presentan importantes implicaciones ecológicas como los cambios en las condiciones ambientales y la dinámica de las interacciones de las especies en las proximidades del borde, que podrían afectar negativamente la diversidad y dinámica de los ecosistemas (Etter, 1991).

Los fragmentos de vegetación donde se analizó la diversidad de asteráceas tienen distintas superficies, con formas irregulares, rodeados por zonas transformadas. Resultados similares obtuvieron Williams-Linera (1993) y Williams-Linera *et al.* (2002), quienes señalan que estos ecosistemas fragmentados forman un mosaico con una matriz de cultivos y potreros con árboles aislados (Gentry, 1995; Aldrich *et al.*, 1997). La mayoría de los fragmentos analizados en este estudio probablemente son remanentes de los bosques primarios, originados por actividades antrópicas.

La asociación entre los índices de la estructura del paisaje está relacionada con la deforestación en la zona de estudio. La deforestación se refleja en un incremento en el número de fragmentos de vegetación, reducción de su superficie e incremento en la distancia entre los fragmentos remanentes. Esto se manifiesta en una correlación negativa entre la forma y la densidad de borde, con el área interior y el tamaño de los fragmentos, es decir, conforme disminuye el tamaño y el área interior de los fragmentos, se incrementa la densidad de borde (Harper *et al.*, 2005).

## Composición florística de la familia Asteraceae

La alta riqueza de especies de la familia Asteraceae registrada en fragmentos de bosques de *Pinus* en este estudio, es similar a la obtenida por Jardel-Peláez *et al.* (1993) y Sánchez-Rodríguez *et al.* (2003), en un bosque templado del estado de Jalisco. Los géneros y las especies presentes en los fragmentos analizados son frecuentes en los bosques templados de México y en los mesófilos de montaña de México (Rzedowski, 1996). Los géneros con mayor número de especies en el Bmm son *Stevia* y *Psacalium*. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ponce-Vargas *et al.* (2006), en un Bmm de Lolotla Hidalgo y López-Pérez *et al.* (2011), para la zona de Valle de Bravo, Estado de México, donde señalan que la familia con mayor riqueza es Asteraceae. García-Sánchez *et al.* (2014) describen que la elevada representación de taxones de Asteraceae en los bosques templados, sugiere una relación positiva con las condiciones ambientales que predominan en estas comunidades.

## **Diversidades alfa y beta entre fragmentos**

El modelo de regresión lineal múltiple indica que la riqueza de especies de asteráceas se relaciona con las características estructurales de los fragmentos analizados en este estudio. Distintos estudios señalan que la riqueza de especies de plantas depende de la estructura del paisaje, donde la mayor riqueza de especies se encuentra en paisajes heterogéneos (Jacquemyn *et al.* 2003, Schindler *et al.* 2013 y Husajkova y Münzbergová 2014), mientras que Fahrig (2013) describe que la riqueza de especies local se incrementa con la cantidad de hábitat en el paisaje, independientemente del tamaño de los fragmentos y su aislamiento. En este sentido, Visser y Wiegand (2004) y Schindler *et al.* (2013), indican que los efectos de la estructura del paisaje dependen del taxón analizado y puede variar según las características específicas de los organismos y la escala de análisis. Lindenmayer *et al.* (2002) y Walz (2011), señalan que los índices del paisaje son indicadores potenciales de la biodiversidad. Sin embargo, los resultados de otros estudios, relacionados con los efectos de la estructura del paisaje en la diversidad de especies, frecuentemente difieren, ya que estos índices pueden estar relacionados con la diversidad de especies de manera positiva, negativa o no registrar ningún efecto (Fahrig, 2003; Torras *et al.*, 2008; Walz, 2011; Yamaura *et al.*, 2008).

Los resultados obtenidos del análisis de componentes principales indican que la riqueza de especies de asteráceas está relacionada positivamente con la forma y la superficie de los fragmentos, y negativamente con la densidad de borde. Según Bastian y Haase (1992) describen que la relación entre la riqueza de

especies y el área de los fragmentos muestra una relación lineal positiva, es decir, a mayor tamaño del fragmento se incrementa la riqueza de especies. Otros estudios confirman dicha relación, en éstos señalan que la diversidad de plantas es afectada positivamente por el área y la forma de los fragmentos, mientras que, la heterogeneidad del paisaje tiene efectos negativos (Nilsson y Nilsson, 1982; Iida y Nakashizuka, 1995; Hernández y Stefanoni, 2006). En la zona de estudio, fragmentos de área similar pueden tener distinto número de especies de asteráceas. Estas diferencias en la riqueza de especies, probablemente están relacionadas con los patrones de dispersión y los requerimientos para el establecimiento y desarrollo de cada una de las especies de asteráceas. Además, los fragmentos analizados se distribuyen en un área geográfica amplia con gran heterogeneidad ambiental, de manera que la superficie de dichos fragmentos, no se relaciona con la disponibilidad real de los recursos para este grupo de plantas.

Los fragmentos con formas irregulares contienen mayor número de especies de asteráceas, debido a que en los fragmentos de bosques templados, frecuentemente las formas irregulares de éstos tienen un efecto positivo sólo en las especies que habitan en los bordes (Yamuara et al., 2008). Según McGarigal y Marks (1995), la forma de los fragmentos puede tener algún efecto sobre la supervivencia de las especies. Distintos estudios señalan que en fragmentos con formas irregulares se presentan mayor número de transiciones ambientales y puede modificar la composición florística y la diversidad (Honnay *et al.*, 1999, 2003). Según Laurance y Jensen (1991), los fragmentos con formas complejas tienen mayor proporción de borde y menor área interior, lo que incrementa los efectos de borde.

Se registró la riqueza de especies de Asteraceae más alta en fragmentos con mayor densidad de borde ( $16 \text{ m} \pm 13 \text{ m}$ ). Los efectos de borde podrían ser la explicación para estos patrones de riqueza. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Aguilar-Santelises y del Castillo (2013), en bosques de *Querus* localizados en la región Mixteca, donde describen que fragmentos de menor superficie y alta densidad de borde contienen mayor riqueza de especies de plantas. Distintos estudios describen el incremento en la riqueza de especies de plantas en los bordes de los fragmentos de vegetación remanente (Fox *et al.*, 1997; Williams-Linera *et al.*, 1998; Tabarelli *et al.*, 1999; Santiago-Pérez *et al.*, 2009). Otros estudios indican que los bordes de los fragmentos pueden favorecer a algunas especies con alta capacidad de dispersión, así como otras de sucesión temprana, afectando la supervivencia de especies del interior (Santiago-Pérez, *et al.* 2009; Muñiz Castro *et al.*, 2006). Según Ingham y Samways (1996) y Bolger *et al.* (2000), las densidades de distintos taxa en los mismos sitios de los bordes están determinadas por la historia de vida, estrategias adaptativas y requerimientos de hábitat, entre otros.

En la zona de estudio la alta densidad de borde de los fragmentos de mayor superficie ( $447 \text{ ha} \pm 59 \text{ ha}$ ) se debe a la presencia de una matriz agrícola que influye en el patrón de cambios de uso de suelo e incrementa la riqueza de especies de asteráceas. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la variabilidad de hábitat son determinantes para la riqueza de especies de esta familia de plantas. Se han documentado que las estrategias adaptativas de esta familia de plantas están relacionadas con las condiciones ambientales extremas

(Orshan, 1986; Vogel, 1990; Fahn y Cutler, 1992; Petenatti y Del Vitto, 2000). Por ejemplo, presentan adaptaciones al frío y a la sequía, el síndrome de polinización es predominantemente entomófilo y la diseminación principalmente anemócora. También se adaptan rápidamente a la intensa irradiación solar, a bajas temperaturas y a vientos intensos, mediante la succulencia, la producción de látex, aceites esenciales o resinas (Petenatti y Del Vitto, 2000). Según Villaseñor *et al.* (2004), las asteráceas son afectadas por la fragmentación y el disturbio de los ecosistemas, pero muchas especies de esta familia son favorecidas cuando se altera la estructura del paisaje. Son especies abundantes en las primeras etapas de la sucesión ecológica y comúnmente dominan los medios arvenses y ruderales. Sin embargo, otras especies como las endémicas con distribución restringida, podrían ser afectadas negativamente por la modificación de su hábitat.

## **Aislamiento y diversidad florística**

La falta de efecto significativo del aislamiento de los fragmentos en la diversidad beta de asteráceas, podría ser explicada por el tipo de matriz entre fragmentos, que no fue suficiente para afectar los procesos de colonización, debido a que este grupo de plantas frecuentemente prefiere ambientes fragmentados, y muchas especies se establecen en zonas de cultivo, caminos y carreteras, que sirven de conectividad entre fragmentos. Sin embargo, la composición florística es diferente entre fragmentos y se observó que la diversidad beta está correlacionada positivamente con la densidad de borde y el tamaño de los fragmentos. Según Cook (2002), en paisajes fragmentados, se presenta una sobreposición de especies que habitan los fragmentos y la matriz, más frecuente en fragmentos de menor tamaño, y pueden disminuir los efectos del aislamiento.

Ochoa-Gaona *et al.* (2004) indican que los paisajes con una topografía compleja, con variaciones de pendiente y exposición, influyen en fragmentos relativamente cercanos, éstos pueden ocupar posiciones topográficas diferentes y modificar el patrón de dispersión de las especies. Además de la distancia, la cantidad de hábitat de borde modifica el grado de aislamiento de los fragmentos con respecto al parche analizado. Distintos estudios registran que la dispersión entre fragmentos es determinante para la persistencia de la población, aunque es parcialmente afectada por las características de la matriz, por ejemplo, en los bosques templados, la diversidad beta de algunas especies están relacionadas con algunos elementos de la estructura del paisaje, principalmente con los bordes de los fragmentos, los caminos y ciertos tipos de usos de suelo.

## CONCLUSIONES

- La transformación de las coberturas de vegetación en la zona de estudio esta ligada con la intensidad del cambio de uso del suelo.
- Existe un aumento en los fragmentos de agricultura de temporal y pastizal inducido, en comparación con los fragmentos de vegetación, particularmente de bosque *Quercus*, *Quercus-Pinus* y mesófilo de montaña.
- Los cambios en la diversidad de asteráceas a escala local, se relacionan con el efecto combinado de la densidad de borde, la forma y el tamaño de los fragmentos.
- Las especies de la familia Asterácea se establecen preferentemente en los bordes de los fragmentos.
- La densidad de borde y el tamaño de los fragmentos afecta positivamente la diversidad de este grupo de plantas.



Anexo 1. Listado de especies de Asteraceae inventariadas en 264 fragmentos de vegetación, localizados en las Sierras Triqui-Mixteca del estado de Oaxaca.

| ESPECIE   | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Acmella repens</i><br>(Walter) Rich.                             | Bosque de pino-encino  | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Acourtia cordata</i> (Cerv.) B.L. Turner                         | Bosque de <i>Quercus</i>   | AD           | Torres Colín,<br>Rafael           | MEXU     |
| <i>Acourtia erioloma</i> (S.F. Blake) Reveal<br>& R.M. King         | Bosque de <i>Quercus</i>   | EOAX         | José Luis<br>Villaseñor<br>Ríos   | MEXU     |
| <i>Ageratina adenophora</i><br>(Spreng) King & Rob                  | Bosque de pino con <i>Quercus</i> y <i>Juniperus</i> .   | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Ageratina ascherborniana</i><br>(S. Schauer) R.M. King & H. Rob. | Bosque mesófilo de montaña con <i>Clethra</i> ,<br><i>Salvia</i> , <i>Cytarexylum</i> , <i>Buddleja</i> , <i>Bidens</i> , <i>Stachys</i><br>y <i>Senna</i> . | AMER         | Ayala-Hdez                        | FEZA     |
| <i>Ageratina bellidifolia</i><br>(Benth) R.M. Kind & H. Rob         | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Ageratina aff. pazcuarensis</i><br>Kunth                         | Bosque mesófilo de montaña   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Ageratina chiapensis</i><br>(B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.      | Bosque mesófilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Quercus</i> y <i>Cirsium</i> .   | MEX          | Ayala-Hdez                        | FEZA     |

Continúa Anexo 1.

| ESPECIE   | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|---|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Ageratum albidum</i><br>(DC.) Hemsl.                                   | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Clethra</i> .   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Ageratum corymbosum</i><br>Zucc  | Bosque de pino-encino   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Aldama dentata</i><br>La Llave   | Vegetación Secundaria   | MEX          | Jose Luis<br>Villaseñor<br>Rios   | MEXU     |
| <i>Alloispermum michoacatum</i><br>(B.L. Rob.) B.L. Turner                |   | MEX          | Jose Luis<br>Villaseñor<br>Rios   | MEXU     |
| <i>Archibaccharis asperifolia</i><br>(Benth) Blake                        | Bosque mesófilo de montaña con <i>Clethra</i> ,<br>Senecio y Montanoa | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Archibaccharis hieraciifolia</i> var.<br><i>Hieracioides</i><br>Hemsl. | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br>Dahlia, Montanoa.  | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Artemisia ludoviciana</i><br>Nutt.                                     |   | AMER         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Aster potosinus</i><br>A. Gray   | Bosque en galería de <i>Taxodium</i> .                                | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Aster subulatus</i><br>Michx   | Bosque en galería de <i>Taxodium</i> .                                | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Axiniphyllum corymbosum</i><br>Benth.                                  | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .                                      | OAX          | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU     |

Continúa anexo 1

| ESPECIE   | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Baccharis salicifolia</i><br>(Ruiz & Pavón) Pers                   | Bosque de Pino-encino con <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> ,<br><i>Juniperus</i> .   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | MEXU     |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i><br>(Kunth) H. Rob. & Brettell, 1974 | Bosque de <i>Pinus</i> .   | AMER         | Reyes<br>Santiago,<br>Jeranimo    | MEXU     |
| <i>Bidens aurea</i><br>(Ait) Sherff                                   | Bosque mesófilo de montaña con <i>Polypodium</i> ,<br><i>Equisetum</i> , <i>Biden</i> .  | AMER         | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Bidens serrata</i> var. <i>serrata</i><br>DC. ex DC.               | Bosque mesófilo de montaña con <i>Physalis</i> ,<br><i>Urtica</i> , <i>Quercus</i> , <i>Elaphoglossum</i> y <i>Adiantum</i> .                                | AMER         | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Bidens bigelovii</i> var. <i>angustiloba</i><br>(DC.)              | Bosque de Pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> ,<br><i>Trigridia</i> .  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Bidens laevis</i><br>(L.) B. S. P.                                 | Bosque mesofilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Carpinus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Mimosa</i> , <i>Begonia</i> y <i>Bidens</i> .                         | AMER         | Ayala-Hdez                        | FEZA     |
| <i>Bidens mollifolia</i><br>Sherff                                    |  | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Bidens odorata</i><br>Cav.   | Bosque mesófilo de montaña   | AMER         | Ayala-Hdez<br>con Eloy<br>Solano  | FEZA     |
| <i>Bidens ostruthioides</i><br>(DC.) Sch. Bip.                        | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>   | AMER         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Bidens serrata</i><br>(Poir)                                       | Bosque de Pino con <i>Alnus</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Solanum</i> .  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Bidens triplinervia</i><br>Kunth                                   | Bosque mesófilo de montaña con <i>Clethra</i> ,<br><i>Salvia</i> , <i>Cytarexylum</i> , <i>Buddleja</i> , <i>Bidens</i> , <i>Stachys</i><br>y <i>Senna</i> . | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE  | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|--|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Brickellia scoparia</i><br>(DC.) A. Gray      | Bosque de Pino-encino con <i>Tagetes</i> , <i>bidens</i> ,<br><i>Stevia</i> .  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Brickellia secundiflora</i><br>A. Gray        | Bosque mesófilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Quercus</i> y <i>Cirsium</i> .                                       | MEX          | Ayala-Hdez<br>con Eloy<br>Solano  | FEZA     |
| <i>Brickellia veronicifolia</i><br>(H.B.K.) Grey | Bosque pino-encino   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Calea integrifolia</i><br>(DC.) Hemsl.        | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Alnus</i> , <i>Senecio</i> , <i>Ternstroemia</i> y <i>Salvia</i> . | AMER         | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Calea ternifolia</i><br>Kunth                 | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .   | AMER         | Breedlove,<br>Dennis E.           | MEXU     |
| <i>Calea urticifolia</i><br>(Mill)DC             | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .   | AMER         | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU     |
| <i>Carminatia recondita</i><br>McVaugh           | Bosque de pino con <i>Tridax</i> , <i>Dalhia</i> ,<br><i>Penstemon</i> y <i>Eysenhardtia</i> .                           | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Carminatia tenuiflora</i><br>DC.              | Bosque pino-encino   | AMER         | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Cirsium anartiolepis</i><br>Petr.             | Bosque mesófilo de montaña-encino con<br><i>Polypodium</i> , <i>Clethra</i> y <i>Quercus</i> .                           | MEX          | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Cirsium ehrenbergii</i><br>Sch.               | Bosque de Pino con <i>Alnus</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Solanum</i> .  | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Conyza canadensis</i><br>(L.) Cronq.          | Bosque de Pino con <i>Alnus</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Solanum</i> .  | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE   | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Conyza filaginoides</i><br>(DC.)                 | Bosque de Pino con <i>Solanum</i> , <i>Stevia</i> y <i>Tagetes</i> .                         | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Conyza microcephala</i><br>Hemsl.                | Bosque mesófilo de montaña   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Conyza sophiifolia</i><br>Kunth                  | Bosque mesófilo de montaña, <i>Allus</i> , <i>Quercus</i> ,<br><i>Pinus</i> .                | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Coreopsis mutica</i><br>(W.W. Jones) K.M. Becker | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>   | AMER         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Cosmos bipinnatus</i><br>Cav.                    | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .                 | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Cosmos diversifolius</i><br>Otto.                | Bosque de pino con <i>Tridax</i> , <i>Dalhia</i> ,<br><i>Penstemon</i> , <i>Eysenhardtia</i> | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Cosmos parviflorus</i><br>(Jacq.) Pers.          | Bosque de Pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> y<br><i>Trigridia</i> .            | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Cosmos purpureus</i><br>(DC.) Hemsl.             | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>   | MEX          | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Cosmos scabiosoides</i><br>Kunth                 | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .                 | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Cosmos sulphureus</i><br>Cav.                    | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .                 | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE  | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN  | RECOLECTOR                  | HERBARIO |
|--|---|---------------|-----------------------------|----------|
| <i>Dahlia coccinea</i><br>Cav.                           | Bosque mesófilo de montaña con <i>Tagetes</i> .   | AMER          | E. Solano                   | FEZA     |
| <i>Dahlia tenuicaulis</i><br>Sorensen                    | Bosque mesófilo de montaña con <i>Dahlia</i> y <i>Montanoa</i> .                                      | MEX           | E. Solano                   | FEZA     |
| <i>Desmanthodium aff fruticosum</i><br>Greenm            | Bosque mesófilo de montaña con <i>Buddleja</i> , <i>Alnus</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Filotaca</i> . | MEX           | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA     |
| <i>Desmanthodium fruticosum</i><br>Greenm                | Boaque mesofilo de montaña  | MEX           | Calzada, Juan Ismael        | MEXU     |
| <i>Desmanthodium ovatum</i><br>Benth                     | Bosque de pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> , <i>Trigridia</i> .                        | MEX           | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA     |
| <i>Desmanthodium perfoliatum</i><br>Benth.               | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>  | EOAX-CHIS-GRO | Reyes Santiago, Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Digitocalia jatrophoides</i><br>(Sch. Bip.) V.A. Funk | Bosque de <i>Quercus</i>  | ROAX          | Calzada, Juan Ismael        | MEXU     |
| <i>Digitocalia napeifolia</i><br>(DC).                   | Bosque de pino  | EOAX          | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA     |
| <i>Dyssodia papposa</i><br>(Vent) Hitch.                 | Bosque de pino-encino con <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Juniperus</i>                           | AMER          | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA     |
| <i>Dyssodia pinnata</i><br>(Cav.)Rob                     | Bosque de pino con <i>Tridax</i> , <i>Dahlia</i> , <i>Penstemon</i> , <i>Eysenhardtia</i>             | MEX           | E. Solano                   | FEZA     |
| <i>Dyssodia tagetiflora</i><br>Lag. Gren                 | Bosque de pino-encino con <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Juniperus</i>                           | MEX           | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA     |
| <i>Erigeron aff. pubescens</i><br>Kunth                  | Bosque mesófilo demontaña con <i>Alnus</i> , <i>Crategus</i> y <i>Baccharis</i> .                     | MEX           | Ayala- Hdez con E. solano   | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE   | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|---|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Erigeron karvinskianus</i><br>DC.                                  | Bosque mesófilo de montaña con <i>Tagetes</i> .   | AD           | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Erigeron longipes</i><br>DC.                                       | Bosque de pino  | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Flaveria angustifolia</i><br>(Cav.) Pes.                           |   | EOAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Fleischmannia holwayana</i><br>(B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.     | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .  | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Fleischmannia aff. pycnocephala</i><br>(Less.) R.M. King & H. Rob. | Bosque mesófilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Quercus</i> y <i>Cirsium</i> .  | AD           | Ayala- Hdez<br>con E. solano      | FEZA     |
| <i>Fleischmannia pycnocephala</i><br>(Less.) R.M. King & H. Rb.       | Bosque mesófilo de montaña con <i>Pinus</i> ,<br><i>Clethra</i> , <i>Quercus</i> , <i>Liquidambar</i> y <i>Blechnum</i> . | AD           | Ayala- Hdez<br>con E. solano      | FEZA     |
| <i>Florestina pedata</i><br>(Cav.) Cass.                              | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>  | AMER         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | FEZA     |
| <i>Florestina purpurea</i><br>(Brandegee) Rydb                        | Bosque de Pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> ,<br><i>Trigridia</i> .   | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Galinsoga mollis</i><br>McVaugh                                    | Bosque de pino con <i>Heteroteca</i> , <i>Bidens</i> ,<br><i>Solanum</i> .  | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Galinsoga parviflora</i><br>Ruiz & Pavón                           | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Dahlia</i> , <i>Montanoa</i>  | AMER         | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Galinsoga quadriradiata</i><br>Canne, Rhodora                      | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Clethra</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE  | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|--|---|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Gnaphalium inornatum</i><br>DC.                               | Bosque de pino-encino, <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> ,<br><i>Juniperus</i> .                   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gnaphalium liebmannii</i> var.<br><i>monticola</i><br>McVaugh | Bosque mesófilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Quercus</i> , <i>Pinus</i> .                | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gnaphalium luteo-album</i><br>L.                              | Bosque de pino con <i>Pinus</i> , <i>Cosmos</i> ,<br><i>Gnaphalium</i> , <i>Baccharis</i> .     | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gnaphalium oblanceolatum</i><br>Greenm                        | Bosque de pino con <i>Pinus</i> , <i>Cosmos</i> ,<br><i>Gnaphalium</i> , <i>Baccharis</i> .     | EOAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gnaphalium oxyphyllum</i><br>DC.                              | Bosque mesófilo de montaña con <i>Pinus</i> ,<br><i>ayacahuite</i> , <i>Clethra</i> .           | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gnaphalium roseum</i><br>Kunth                                | Bosque pino-encino con <i>Quercus</i> , <i>Artorima</i> y<br><i>Gnaphalium</i> .                | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gnaphalium spicatum</i><br>Lam                                | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Chirantodendrum</i> , <i>Ternstroemia</i> | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Grindelia inuloides</i><br>Willd                              | Bosque mesófilo de montaña con <i>Dahlia</i> y<br><i>Montanoa</i>                               | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Gymnosperma glutinosum</i><br>(Spreng) Less.                  | Bosque de pino-encino, <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> ,<br><i>Juniperus</i> .                   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Haplopappus stolonifer</i><br>DC.                             | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |



Continúa Anexo 1

| ESPECIE   | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|---|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Helenium mexicanum</i><br>Kunth              | Bosque de pino con <i>Heteroteca</i> , <i>Bidens</i> y <i>Solanum</i>                                 | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Heterotheca inuloides</i><br>Cass.           | Bosque de pino-encino, <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> y <i>Juniperus</i> .                            | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Hieracium abscissum</i><br>Less.             | Bosque de pino con <i>Tridax</i> , <i>Dalhia</i> , <i>Penstemon</i> y <i>Eysenhardtia</i>             | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Hieracium crepidispermum</i><br>Fries        | Bosque mesófilo de montaña con <i>Buddleja</i> , <i>Alnus</i> , <i>Ranunculus</i> y <i>Filotaca</i> . | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Iostephane heterophylla</i><br>(Cav.) Hemsl. | Bosque de pino-encino con <i>Milla</i> , <i>Senecio</i> y <i>Polianthes</i> .                         | EOAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Iostephane trilobata</i><br>Hemsl.           | Bosque de pino-encino con <i>Milla</i> , <i>Senecio</i> y <i>Polianthes</i> .                         | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Jaegeria hirta</i><br>(Lag.) Less.           | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> , <i>Pollypodium</i> y <i>Bidens</i> .                  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Lagascea helianthifolia</i><br>Kunth         | Bosque de pino-encino con <i>Quercus</i> , <i>Porophyllum</i> y <i>Polianthes</i> .                   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Melampodium divaricatum</i><br>(Rich) DC.    | Bosque mesófilo de montaña  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Melampodium sericeum</i><br>Lag.             | Vegetación secundaria   | AMER         | Manzanero<br>Medina,<br>Gladis I. | MEXU     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE  | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                               | HERBARIO |
|--|--|--------------|--|----------|
| <i>Melampodium strigosum</i><br>Stuessy              | Vegetación secundaria  | MEX          | Salas<br>Morales,<br>Silvia<br>Hortencia | MEXU     |
| <i>Montanoa liebmannii</i><br>(Sch. Bip.) S.F. Blake | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>   | EOAX         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo           | MEXU     |
| <i>Montanoa revealii</i><br>H. Rob.                  | Bosque mesófilo de montaña   | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |
| <i>Perymenium berlandieri</i><br>DC.                 | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> y<br><i>Clethra</i> .                                | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |
| <i>Perymenium buphthalmoides</i><br>DC.              | Bosque mesófilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Polypodium</i> y <i>Bidens</i> .               | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |
| <i>Perymenium discolor</i><br>Sch. Bip. Shrad.       | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Chirantodendrum</i> y <i>Terstroemia</i> .   | EOAX-PUE     | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |
| <i>Pinaropappus roseus</i><br>(Less.)                | Bosque en galería de <i>Taxodium</i>   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |
| <i>Piptothrix aegiroides</i><br>Rob.                 | Bosque de Pino y Encino  | MEX          | López-<br>Sanchez                        | FEZA     |
| <i>Piqueria trinervia</i><br>Cav.                    | Bosque mesófilo de montaña con<br><i>Chiranthodendrun</i> , <i>Quercus</i> y <i>Ternstroemia</i> . | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |
| <i>Pluchea purpurascens</i><br>(Sw) DC.              | Bosque de pino con <i>Ranunculus</i> , <i>Heteroteca</i> ,<br><i>Bidens</i> y <i>Solanum</i>       | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses        | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE  | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|--|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Pluchea salicifolia</i><br>(Mill.) S.F. Blake                   | Bosque Tropical Caducifolio  | AMER         | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU     |
| <i>Pluchea symphytifolia</i><br>(Mill) Gillis                      | Bosque de pino con <i>Quercus</i> y <i>Juniperus</i>   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Porophyllum tagetoides</i><br>Kunth                             | Bosque de Pino con <i>Solanum</i> , <i>Stevia</i> y<br><i>Tagetes</i> .  | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Psacaliopsis paneroi</i><br>Panero & Villaseñor, 1996           | Bosque mesófilo de montaña   | EOAX         | Torres Colín,<br>Rafael           | MEXU     |
| <i>Psacalium amplifolium</i><br>(DC.) H. Rob. & Brettell, 1973     | Matorral xerófilo  | ROAX         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Psacalium cirsiifolium</i><br>(Zucc.) H. Rob & Brettell.        | Bosque de pino con <i>Quercus</i> , <i>Dodonaea</i> ,<br><i>Malaxis</i> , <i>Tagetes</i> y <i>Stevia</i> .   | EOAX-CHIS    | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Psacalium guerreroanum</i><br>(Pippen) H. Rob. & Brettell, 1989 | Bosque tropical caducifolio  | EOAX-GRO     | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Psacallium megaphyllum</i><br>Rydb                              | Bosque mesófilo de montaña con <i>Clethra</i> ,<br><i>Salvia</i> , <i>Cytarexylum</i> , <i>Buddleja</i> , <i>Bidens</i> , <i>Stachys</i><br>y <i>Senna</i> . | MEX          | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Psacalium napellifolium</i><br>(S. Schauer) H. Rob. & Brettell  | Bosque mesofilo de montaña   | MEX          | Torres Colín,<br>Rafael           | MEXU     |
| <i>Psacalium pachyphyllum</i><br>(Sch. Bip.) Rydb., 1924           | Bosque espinoso  | EOAX         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE   | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                  | HERBARIO      |
|---|--|--------------|-----------------------------|---------------|
| <i>Psacalium paucicapitatum</i><br>(B.L. Rob. & Greenm.) H. Rob. & Brettell, 1973 | Bosque de <i>Quercus</i>   | ROAX         | Reyes Santiago, Jerónimo    | MEXU          |
| <i>Psacalium peltatum</i><br>Kunth. Cass.   | Bosque de Pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> , <i>Trigridia</i> .                           | ROAX         | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA          |
| <i>Psacalium schillingii</i><br>Panero & Villaseñor, 1996                         | Bosque de <i>Pinus</i>   | EOAX         | Calzada, Juan Ismael        | MEXU          |
| <i>Psacalium silphifolium</i><br>(Rob & Grenm)                                    | Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Milla</i> , <i>Tithonia</i> .  | MEX          | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA          |
| <i>Psacalium tabulare</i><br>(Hemsl.) Rydb., 1924                                 | Bosque de <i>Pinus</i>   | MEX          | Calzada, Juan Ismael        | MEXU          |
| <i>Roldana mixteca</i><br>Panero & Villaseñor, 1996                               | Bosque de <i>Pinus</i>   | EOAX         | Calzada, Juan Ismael        | MEXU          |
| <i>Roldana oaxacana</i><br>(Hemsl.) H. Rob. & Brettell                            | Bosque mesofilo de montaña   | EOAX-PUE-VER | Calzada, Juan Ismael        | MEXU          |
| <i>Rumfordia floribunda</i> var. <i>australis</i><br>DC.                          |  | MEX          | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA          |
| <i>Rumfordia penninervis</i><br>Blake   | Bosque de <i>Pinus</i> .   | AMER         | R. Aguilar S.               | CIIDIR OAXACA |
| <i>Sabazia multiradiata</i><br>(Seat) Longpre                                     | Bosque de <i>Pinus</i> con <i>Quercus</i> , <i>Dodonaea</i> , <i>Malaxis</i> y <i>Tagetes</i> .          | ROAX         | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA          |
| <i>Sanvitalia procumbens</i><br>Lam.  | Bosque de <i>Pinus</i> con Encino, <i>Tithonia</i> , <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> y <i>Juniperus</i> . | AMER         | Pamela Sayda Téllez Meneses | FEZA          |
| <i>Senecio calcarius</i><br>Kunth   |  | MEX          | Ayala-Hdez                  | FEZA          |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE                                      | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|--|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Senecio callosus</i><br>Sh. Bip.          | Bosque mesófilo de montaña con <i>Alnus</i> ,<br><i>Crataegus</i> y <i>Baccharis</i> .                                   | AMER         | Ayala-Hdez<br>con E.<br>Solano    | FEZA     |
| <i>Senecio barba-johannis</i><br>DC.         | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Alnus</i> , <i>Senecio</i> , <i>Ternstroemia</i> y <i>Salvia</i> . | AMER         | E. Solano                         | FEZA     |
| <i>Senecio bracteatus</i><br>Klatt, 1888     | Bosque de <i>Pinus</i>   | ROAX         | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU     |
| <i>Senecio roldana</i><br>DC.                | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> con <i>Clethra</i> y<br><i>leguminosas</i> .  | MEX          | Viridiana<br>Morales<br>Pérez     | FEZA     |
| <i>Senecio salignus</i> DC.                  | Bosque de <i>Pinus</i> con <i>Juniperus</i>  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Sigesbeckia agrestis</i><br>Poepp & Endl. | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Pollypodium</i> , <i>Bidens</i> .                                  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth         | Bosque de <i>Pinus</i> .   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Simsia amplexicaulis</i> Pers.            | Bosque de <i>Pinus</i> con <i>Juniperus</i> , <i>Dyssodia</i><br><i>tagetiflora</i> .                                    | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Sonchus asper</i> (L.)                    | Bosque de pino-encino con <i>Artorima</i> , <i>Quercus</i><br>y <i>Gnaphalium</i> .                                      | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L.                  | Bosque de <i>Pinus</i>   | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia aschenborniana</i><br>Sch. Bip.    | Bosque mesófilo de montaña con <i>Buddleja</i> ,<br><i>Alnus</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Filotaca</i> .                 | MEX          | Pamela Sayda<br>Téllez Meneses    | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE                                  | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|--|---|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Stevia connata</i><br>Lag.            | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .              | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia elatior</i><br>kunth           | Bosque de Pino con <i>Cosmos</i> , <i>Gnaphalium</i> ,<br><i>Baccharis</i> .              | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia jorullensis</i><br>Kunth       | Bosque mesófilo de montaña con <i>Pinus</i><br><i>ayacahuite</i> , <i>Clethra</i> .       | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia micrantha</i><br>Lag.          | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Clethra</i> y <i>Ternstroemia</i> . | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia monardifolia</i><br>Kunth      | Bosque de Pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> ,<br><i>Trigridia</i> .         | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia origanoides</i><br>Kunth       | Bosque mesófilo de montaña  | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia ovata</i><br>Willd.            | Bosque de pino-encino, <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> y<br><i>Juniperus</i> .             | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia ovata var. ovata</i><br>Willd. | Bosque de encino-pino con <i>Quecus</i> ,<br><i>Porophyllum</i> y <i>Polianthes</i>       | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia aff. purpusii</i><br>Rob.      | Bosque mesófilo de montaña con <i>Pinus</i><br><i>ayacahuite</i> y <i>Clethra</i> .       | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Stevia purpusii</i><br>Rob.           | Bosque de encino-pino con <i>Quecus</i> ,<br><i>Porophyllum</i> y <i>Polianthes</i> .     | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |

Continúa Anexo 1

| ESPECIE  | VEGETACIÓN  | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO         |
|--|---|--------------|-----------------------------------|------------------|
| <i>Stevia serrata</i><br>Cav.                    | Bosque Pino-encino  | AMER         | G.I.<br>Manzanero<br>M.           | CIIDIR<br>OAXACA |
| <i>Stevia serrata var. serrata</i><br>Cav.       | Bosque de pino con <i>Ranunculus</i> , <i>Heteroteca</i> ,<br><i>Bidens</i> y <i>Solanum</i>  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tagetes coronopifolia</i><br>Will.            | Bosque de Pino con <i>Alnus</i> , <i>Tagetes</i> y <i>Solanum</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tagetes lucida</i><br>Cav.                    | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> ,<br><i>Simplocos</i> , <i>Arbutus</i> , <i>Ternstroemia</i> y<br><i>Polypodium</i> . | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tagetes lunulata</i><br>Ortega                | Bosque de encino-pino con <i>Quecus</i> ,<br><i>Porophyllum</i> y <i>Polianthes</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tagetes micrantha</i><br>Cav.                 | Bosque mesófilo de montaña con <i>Tagetes</i> .   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tagetes microglossa</i><br>Benth              | Bosque mesófilo de montaña con <i>Pinus</i><br><i>ayacahuile</i> , <i>Clethra</i> , <i>Quercus</i> y <i>Symplocos</i> .             | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tagetes triradiata</i><br>Greenm              | Bosque de pino con <i>Pinus</i> , <i>Cosmos</i> ,<br><i>Gnaphalium</i> , <i>Baccharis</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |
| <i>Tithonia rotundifolia</i><br>(Hemsl.) A. Gray | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .  | AMER         | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU             |
| <i>Tithonia tubiformis</i><br>Cav.               | Bosque en galería de <i>Taxodium</i> .  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA             |

Continúa Anexo 1

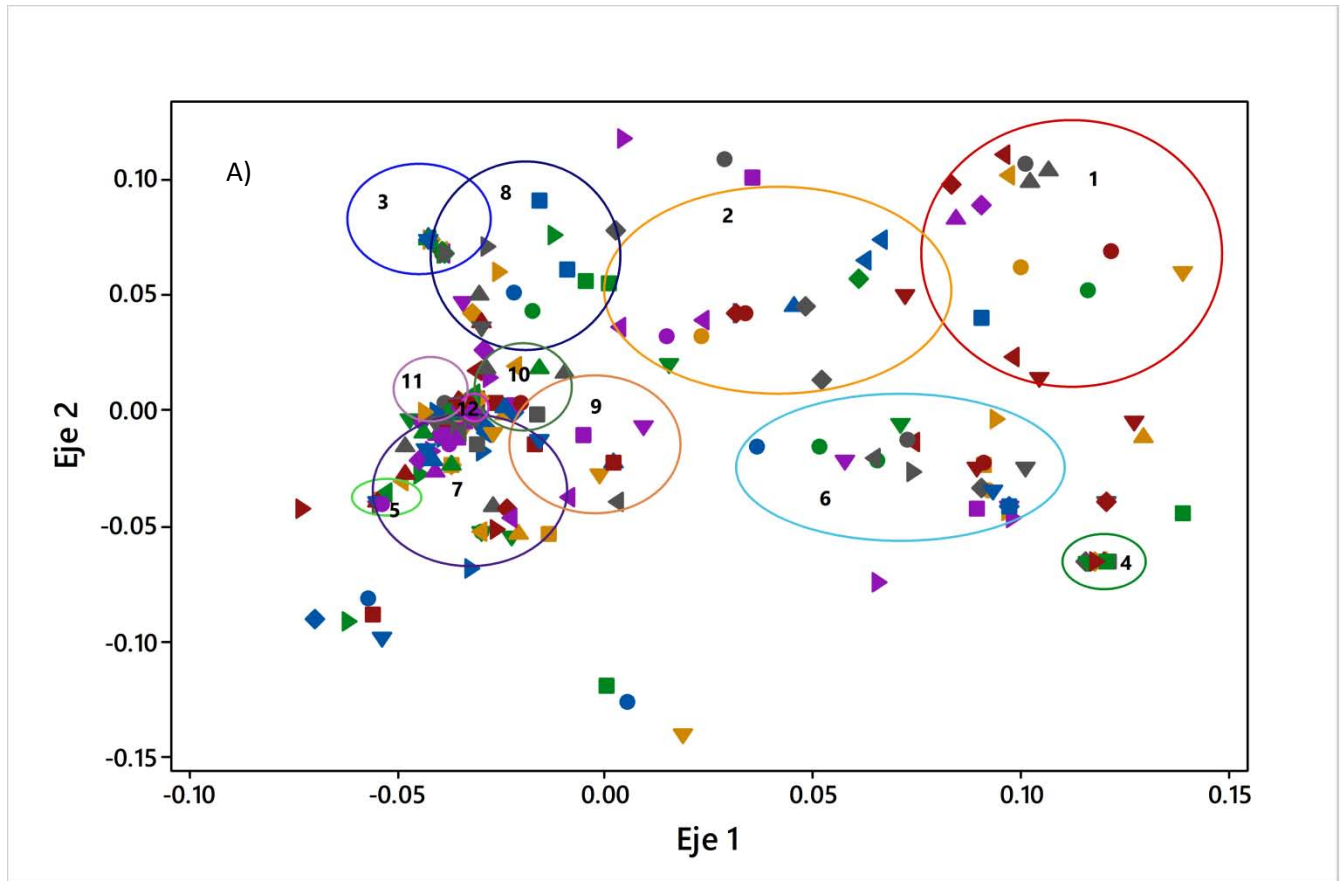
| ESPECIE  | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|--|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Tridax brachylepis</i><br>Hemsl.                      |  | EOAX         | Manzanero<br>Medina,<br>Gladis I. | MEXU     |
| <i>Tridax coronopifolia</i><br>Kunth                     | Bosque de pino-encino con <i>Tithonia</i> , <i>Bidens</i> , <i>Tagetes</i> y <i>Juniperus</i> .                      | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Tridax palmeri</i> var. <i>indivisa</i><br>B. L. Rob. | Bosque de encino-pino con <i>Quercus</i> , <i>Porophyllum</i> , <i>Polianthes</i>                                    | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Trigonospermum melampodioides</i><br>DC.              | Bosque mesófilo de montaña con <i>Tagetes</i> .  | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Verbesina greenmanii</i><br>Urb.                      | Bosque de Pino con <i>Solanum</i> , <i>Stevia</i> y <i>Tagetes</i> .   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Verbesina liebmannii</i><br>Sch. Bip                  | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> , <i>Chiranthodendron</i> , <i>Ternstroemia</i> .                      | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Verbesina oncophora</i><br>Rob & Sea                  | Bosque de pino con <i>Alnus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Tagetes</i> , <i>Solanum</i> .                                   | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Verbesina punctata</i><br>Robinson & Greenm           | Bosque mesófilo de montaña con <i>Quercus</i> , <i>Chiranthodendron</i> , <i>Ternstroemia</i> .                      | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Vernonia alamanii</i><br>DC.                          | Bosque de encino-pino con <i>Quercus</i> , <i>Porophyllum</i> , <i>Polianthes</i>                                    | MEX          | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Vernonia deppeana</i><br>Less.                        | Bosque mesófilo de montaña con <i>Clethra</i> , <i>Liquidambar</i> , <i>Croton</i> , <i>Inga</i> y <i>Cecropia</i> . | MEX          | Ayala-Hdez                        | FEZA     |
| <i>Viguiera ovata</i><br>(A. Gray).                      | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>   | MEX          | Panero Estívez,<br>José Luis      | MEXU     |



Continúa Anexo 1

| ESPECIE   | VEGETACIÓN   | DISTRIBUCIÓN | RECOLECTOR                        | HERBARIO |
|---|--|--------------|-----------------------------------|----------|
| <i>Viguiera cordata</i><br>(Hook. & Arn.) D' Arcy                 | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .   | AMER         | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU     |
| <i>Viguiera dentata</i><br>(Cav.) Spreng.                         | Bosque de encino-pino con <i>Quercus</i> , <i>Porophyllum</i> ,<br><i>Polianthes</i> | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Viguiera hemsleyana</i><br>S.F. Blake                          | Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>   | ROAX         | Calzada,<br>Juan Ismael           | MEXU     |
| <i>Wedelia acapulcensis</i><br>Kunth                              | Bosque de <i>Pinus</i>   | AMER         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Wedelia hintoniorum</i><br>B. L. Turner                        | Bosque de pino-encino con <i>Polianthes</i> , <i>Milla</i> y <i>Oxalis</i>           | ROAX         | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Zaluzania</i><br><i>montagnifolia</i><br>(Sch. Bip.) Sch. Bip. | Bosque de <i>Juniperus</i> .   | ROAX         | Reyes<br>Santiago,<br>Jerónimo    | MEXU     |
| <i>Zinnia haageana</i><br>Regel                                   | Bosque de Pino con <i>Tagetes lucida</i> , <i>Quercus</i> , <i>Trigridia</i> .       | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |
| <i>Zinnia peruviana</i><br>(L.)                                   | Bosque de encino con <i>Quercus</i> , <i>Artorima</i> , <i>Ganphalium</i> .          | AD           | Pamela<br>Sayda Téllez<br>Meneses | FEZA     |

**Anexo 2.** Disimilitud florística de asteráceas registradas en 264 fragmentos localizados en las Sierras Triqui-Mixteca. Las dimensiones de los ejes del análisis de escalamiento no métrico multidimensional están basadas en valores de disimilitud del índice de Bray-Curtis (Stress= 0.308,  $R^2= 0.66$ ). A) Los círculos representan los grupos formados en función de la similitud de especies en cada uno de los fragmentos analizados. B) Número de fragmentos y tipos de vegetación contenidos en cada uno de los grupos.



Continúa Anexo 2

| Grupo 1   |                    | F242      | BMM                | F109      | Bp                 |
|-----------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|
| FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION | F255      | BMM                | F114      | Bq-Bp              |
| F36       | Bp                 | F259      | Bp                 | F116      | Bq-Bp              |
| F38       | Bp                 | F264      | Pi                 | F127      | Bp                 |
| F58       | Bp-Bq              | F270      | Pi                 | F155      | Bp                 |
| F61       | At                 | F278      | Pi                 | F190      | Bq                 |
| F82       | Bq                 | Grupo 3   |                    | F210      | Pi                 |
| F128      | BMM                | FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION | F216      | Pi                 |
| F152      | At                 | F32       | Bp                 | F217      | Bp                 |
| F156      | At                 | F147      | Bp                 | F266      | Bq                 |
| F157      | Pi                 | F148      | Pi                 | F276      | Bp                 |
| F162      | Bq                 | F174      | Bp                 | F277      | Bp                 |
| F189      | Bp                 | F213      | Pi                 | F281      | At                 |
| F197      | Bq                 | F223      | Pi                 | GRUPO 6   |                    |
| F232      | Pi                 | F227      | Bq                 | FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION |
| F245      | Bp                 | F231      | BMM                | F51       | At                 |
| F261      | Bq                 | F233      | Bq                 | F83       | Bq-Bp              |
| F265      | Bq                 | F253      | Pi                 | F90       | Bp                 |
| F269      | Bq                 | Grupo 4   |                    | F101      | Pi                 |
| F271      | At                 | FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION | F106      | At                 |
| F275      | Pi                 | F80       | Bp                 | F111      | Bp                 |
| F280      | Bp                 | F96       | Pi                 | F123      | Bq-Bp              |
| GRUPO 2   |                    | F115      | Bq-Bp              | F131      | Pi                 |
| FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION | F163      | At                 | F188      | Bp                 |
| F16       | Bp                 | F169      | At                 | F195      | Pi                 |
| F19       | Bp                 | F238      | Bq                 | F215      | Bp                 |
| F26       | Bp                 | F248      | Pi                 | F228      | BMM                |
| F66       | Bp                 | F251      | Bp                 | F244      | Pi                 |
| F79       | Bp                 | F283      | Bp                 | F247      | Bp                 |
| F132      | Pi                 | F284      | Pi                 | Grupo 7   |                    |
| F136      | Pi                 | Grupo 5   |                    | FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION |
| F154      | At                 | FRAGMENTO | TIPO DE VEGETACION | F49       | Bp                 |
| F158      | Bp                 | F4        | Pi                 | F69       | Bp                 |
| F184      | Bp                 | F35       | Bp                 | F72       | Bp                 |
| F193      | Bq                 | F56       | Bp                 | F98       | At                 |
| F206      | At                 | F64       | Pi                 | F99       | Bq-Bp              |
| F212      | Bp                 | F86       | Bp                 | F130      | Bq-Bp              |
| F230      | Bq                 | F87       | Pi                 | F133      | Bq-Bp              |
| F234      | Pi                 | F89       | Bp                 | F151      | Pi                 |
|           |                    |           |                    | F191      | Bq                 |

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| <b>F199</b>      | Bp                        |
| <b>F218</b>      | Bq-Bp                     |
| <b>F220</b>      | Pi                        |
| <b>F237</b>      | Pi                        |
| <hr/>            |                           |
| <b>F249</b>      | <b>Pi</b>                 |
| <hr/>            |                           |
| <b>F252</b>      | <b>At</b>                 |
| <b>F256</b>      | Bp                        |
| <b>Grupo 8</b>   |                           |
| <b>FRAGMENTO</b> | <b>TIPO DE VEGETACION</b> |
| <b>F62</b>       | Pi                        |
| <b>F75</b>       | Bp                        |
| <b>F93</b>       | Bp                        |
| <b>F94</b>       | Bp                        |
| <b>F110</b>      | Bp                        |
| <b>F118</b>      | Bp                        |
| <b>F167</b>      | Pi                        |
| <b>F173</b>      | At                        |
| <b>F175</b>      | At                        |
| <b>F201</b>      | Pi                        |
| <b>F219</b>      | Bp                        |
| <b>F241</b>      | Bp                        |
| <b>F279</b>      | At                        |
| <b>Grupo 9</b>   |                           |
| <b>FRAGMENTO</b> | <b>TIPO DE VEGETACION</b> |
| <b>F46</b>       | Bp                        |
| <b>F48</b>       | Bp                        |
| <b>F91</b>       | Bq                        |
| <b>F142</b>      | Bp                        |
| <b>F159</b>      | Bq                        |
| <b>F172</b>      | At                        |
| <b>F180</b>      | At                        |
| <b>F198</b>      | Pi                        |
| <b>F204</b>      | Bq                        |
| <b>F205</b>      | Pi                        |
| <b>F222</b>      | Pi                        |
| <b>F260</b>      | Bp                        |
| <b>F263</b>      | Pi                        |
| <b>Grupo 10</b>  |                           |
| <hr/>            |                           |
| <b>FRAGMENTO</b> | <b>TIPO DE VEGETACION</b> |
| <b>F3</b>        | Bp                        |
| <b>F13</b>       | Pi                        |
| <b>F54</b>       | Pi                        |
| <b>F60</b>       | Pi                        |
| <b>F77</b>       | At                        |
| <b>F81</b>       | Bp                        |
| <b>F112</b>      | BMM                       |
| <b>F113</b>      | BMM                       |
| <b>F117</b>      | At                        |
| <b>F120</b>      | Bq-Bp                     |
| <b>F122</b>      | BMM                       |
| <b>F125</b>      | BMM                       |
| <b>F126</b>      | Bq-Bp                     |
| <b>F129</b>      | Bq-Bp                     |
| <b>F134</b>      | At                        |
| <b>F139</b>      | Bp                        |
| <b>F161</b>      | Pi                        |
| <b>F177</b>      | Pi                        |
| <b>F186</b>      | Pi                        |
| <b>F187</b>      | Pi                        |
| <b>F224</b>      | Bq                        |
| <b>F229</b>      | Pi                        |
| <b>F285</b>      | Bp                        |
| <b>F286</b>      | Bp                        |
| <b>Grupo 11</b>  |                           |
| <b>FRAGMENTO</b> | <b>TIPO DE VEGETACION</b> |
| F5               | Bp                        |
| F6               | Bp                        |
| F7               | Bp                        |
| F9               | Bp                        |
| F11              | Pi                        |
| F15              | Bp                        |
| F17              | Bp                        |
| F22              | Bp                        |
| F25              | At                        |
| F27              | Bp                        |
| F28              | Bp                        |
| F30              | Bp                        |
| F57              | Bp                        |
| <hr/>            |                           |
| F71              | Bp                        |
| F76              | Bp                        |
| F88              | Bp                        |
| F92              | Zu                        |
| F135             | At                        |
| F141             | Bp                        |
| F143             | Pi                        |
| F149             | Bq                        |
| F160             | Bp                        |
| F164             | Pi                        |
| F166             | At                        |
| F179             | Bq                        |
| F181             | At                        |
| F185             | Bp                        |
| F202             | Pi                        |
| F209             | Zu                        |
| F225             | Bq                        |
| F235             | Pi                        |
| F243             | Bq                        |
| F262             | Bp                        |
| F268             | At                        |
| F272             | Bp                        |
| <b>Grupo 12</b>  |                           |
| <b>FRAGMENTO</b> | <b>TIPO DE VEGETACION</b> |
| <b>F12</b>       | Pi                        |
| <b>F105</b>      | Bq-Bp                     |
| <b>F138</b>      | Pi                        |
| <b>F170</b>      | Bp                        |
| <b>F176</b>      | Pi                        |
| <b>F200</b>      | Bp                        |
| <b>F250</b>      | Pi                        |

### XIII.LITERATURA CITADA

- Aguilar, R. S. y del Castillo R. F. (2013). Factors affecting woody plant diversity in fragmented seasonally dry oak forest of the Mixteca Alta in Oaxaca, Mexico, *Revista Mexicana de Biodiversidad* **84**: 575-590.
- Aizen, M. A., y Feinsinger P. (1994). Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, *Ecology* **75**: 330-351.
- Andrén, H. (1996). Population Responses to Habitat Fragmentation: Statistical Power and the Random Sample Hypothesis, *Oikos* **76**: 235-242.
- Aldrich, M., Billington, C., Edwards, M., y Laidlaw R. (1997). Tropical Montane Cloud Forests: An Urgent Priority for Conservation. WCMC Biodiversity Bulletin 2. World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- Aldrich, M., P. Bubb; S. Hostettler y H. van de Wiel. (2000). Bosques nublados tropicales montanos. Tiempo para la acción. WWF International/IUCN The World Conservation Union. Cambridge.
- Anónimo (2011). Planes de desarrollo de Oaxaca 2011-2016. Región Mixteca. Primera edición. Oaxaca.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez y L. Gómez, Galindo C.,. (2000) Regiones terrestres prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- Bartuszevige A. M., D. L. Gorchoy y L. Raab (2006).The relative importance of landscape and community features in the invasion of an exotic shrub in fragmented landscape, *Echography* **29**: 213-222.
- Bastian, O. and Haase, G. (1992), “Zur Kennzeichnung des biotischen Regulationspotentials im Rahmen von Landschaftsdiagnosen”, *Zeitschrift fur Okologie und Naturschutz* **1(1)**:23-34.
- Bell, A.D., (1993). Plant form. Oxford, University Press.
- Benítez-Malvido, J., Martinez-Ramos, M. (2003). Influence of edge exposure on tree seedling species recruitment in tropical rain forest fragments, *Biotropica* **35**:530-541.

- Bohm, B. A., y. Stuessy, T. F. (2001). Flavonoids of the Sunflower Family (Asteraceae). Vienna, Springer, Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences **344**: 83-90.
- Boulinier, T., J. D. Nichols, J. E. Hines, J. R. Sauer, C. H. Flather, and K. H. Pollock. (2001). Forest fragmentation and bird community dynamics: inference at regional scales. *Ecology* **82**:1159-1169.
- Bolger, D. T.; Suarez, A. V.; Crooks, K. R.; Morrison, S. A. y Case, T. J. (2000). Arthropods in urban habitat fragments in Southern California: area, age, and edge effects, *Ecological Applications* **10**: 1230-1248.
- Brown, Jr, K.S., and Hutchings-H., R.W. (1997). Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented (pp. 91-110). Chicago: University of Chicago Press. Communities (Bronstein, J. L. (1995). The plant/ pollinator landscape in Mosaic Landscapes and Ecological Processes, L. Hasson, L. Fahrig and G. Merriam (eds). Chapman and Hall, New York.
- Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento 42.
- Chuvieco, E. (1995). Fundamentos de telecomunicación espacial. 2da edición, Rialp S.A. España.
- Cook, E. A. (2002). Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. Elsevier, *Landscape and Urban Planning* **58**: 269- 280.
- Collinge, S.K. y Forman, R.T.T., (1998). A conceptual model of land conversion processes: predictions and evidence from a field experiment with grassland insects, *Oikos* **82**: 66-84.
- Cushman, S. A., McGarigal, K. y Neel, M. C. (2008). Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency, *Ecological Indicators* **8**: 691-703.

- Doumenge, C., Gilmour, D., Ruíz, M.P. y Blockhus, J. (1995). Tropical montane cloud forests: conservation status and management issues. En L. S. Hamilton, J.O Juvik y Scatena F.N., *Tropical Montane Cloud Forests* (24-37). Nueva York: Springer-Verlag.
- Etter, A. (1991). Introducción a la Ecología del Paisaje. Un marco de integración para los levantamientos rurales. Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Ewers, R.M. y Didham, R. k. (2006). Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation, *Biological Reviews* **81**:117-142.
- Fahrig, L. y Paloheimo, J.E. (1988). Effect of spatial arrangement of habitat patches on local population size, *Ecology* **69**: 468-475.
- Fahrig, L. y Merriam, G. (1994). Conservation of fragmented populations, *Conservation Biology* **8**: 50-59.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* **34**:487-515.
- Fahn, A. y Cutler, D.F. (1992). *Xerophytes*. Berlin/Stuttgart, Gebr.Bornträger.176 pp.
- Fahrig, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis, *Journal of Biogeography* **40**:1649-1663.
- Fischer, J. y Lindenmayer, D.B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis, *Global Ecology and Biogeography* **16**:265-280.
- Forman, K.D.T y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York, John Wiley y Sons.
- Forman, R.T.T. (1995). *Land Mosaics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fox, B. J., Taylor J. E., Fox M. D. y Williams C. (1997). Vegetation changes across edges of rainforest remnants, *Biological Conservation* **82**:1-13.
- Franklin, J.F., Spies, T.A., Van Pelt, R.(2002). Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management* **155**:399–423.

- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- García- Sánchez, S. A., Sánchez- González A. y Villaseñor, J. L. (2014). La familia Asteraceae en el Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo. México, *Acta Botánica Mexicana* **106**:97-116.
- Gauch, H. J. J. (1982). *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gentry, A. H. y Dodson, C. H. (1987). Contribution of non trees to species richness of a tropical rain forest, *Biotropica* **19**:149-156.
- González-Espinosa, M., Quintana-Ascencio, P.F., Ramírez-Marcial, N., y Gaytán-Guzmán, P. (1991). Secondary succession in disturbed Pinus-Quercus forests of the highlands of Chiapas, México, *Journal of Vegetation Science*, **2**:351-360.
- Graham M. H. 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression, *Ecology* **84**:2809-2815.
- Gustafson, E. J. y Parker, G. R. (1992). Relationship between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern, *Landscape Ecology* **7**:101-10.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Recuperado de: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Hanski, I. (1998). Connecting the parameters of local extinction and metapopulation dynamics, *Oikos* **83**:390-396.
- Harper, K. A., Macdonald, S. E., Burton, P. J., Chen, J. Q., Brososke, K. D., Saunders, S. C., Euskirchen, E. S., Roberts, D., Jaiteh M. S. y Esseen, P. A. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes, *Conservation Biology* **19**:768-782.
- Hernández-Stefanoni, J.L. (2006). The role of landscape patterns of habitat types on plant species diversity of a tropical forest in Mexico, *Biodiversity and Conservation* **14**: 1441-1457.



- Hooper, D.U. y Vitousek, P.M. (1997). The Effects of Plant Composition and Diversity on Ecosystem Processes, *Science* **277**:1302-1305.
- Honnay, O., Hermy, M. y Coppin, P. (1999), "Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation", *Biological Conservation* **87(1)**:73-84.
- Honnay, O., Piessens, K., Van Landuyt, W., Hermy, M. y Gulinck, H. (2003), "Satellite based land use and landscape complexity indices as predictors for regional plant species diversity", *Landscape and Urban Planning* **63(4)**: 241-250.
- Husakova, I. y Muřnzbergova', Z. (2014). Relative Importance of Current and Past Landscape Structure and Local Habitat Conditions for Plant Species Richness in Dry Grassland-Like Forest Openings. Recuperado de: e97110. doi:10.1371/journal.pone.0097110.
- Iida, S., Nakashizuka, T. (1995). Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan, *Forest Ecology Manage* **73**:197-210.
- INEGI <http://www.inegi.org.mx/> consultado el 10 de enero de 2017.
- Ingham, D. S. y Samways, M. J. (1996). Application of fragmentation and variegation models to epigradic invertebrates in South Africa, *Conservation Biology* **10**:1353-1358.
- IUCN (2009). Lista de géneros de Asteráceas amenazados de extinción. Recuperado de: <http://www.iucnredlist.org/search/asteraceae>. Consultado 6.II.2009.
- Jacquemyn, H, Butaye, J. y Hermy, M. (2003). Influence of environmental and spatial variables on regional distribution of forest plant species in a fragmented and changing landscape, *Ecography* **26**:768-776.
- Jaeger, J. A. G. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation, *Landscape Ecology* **15(2)**: 115-130.

- Jardel–Peláez, E.J. (1991). Perturbaciones naturales y antrópicas de bosques subtropicales de montaña en Las Joyas, Sierra de Manantlán, *Tiempos de Ciencia* **22**:9-26.
- Kareiva, P. (1990). Population dynamics in spatially complex environments: theory and data, *Philosophical Transactions of the Royal Society* **330**:175-190.
- Köcky, M. y Rydyn, H. (1997). Biogeography of vascular plants on hábitat islands, penínsulas and mainlands in an east- central Swedish agricultural landscape, *Nordic Journal of Botany* **17**: 215-223.
- Laurence, W. F. y Jensen, E. (1991). Predicting the impact of edge effect in fragmented habitats, *Conservation Biology* **55**: 77-92.
- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Rankin-de Merona, J.M., Laurance, S.G., (1998). Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities, *Ecology* **79**: 2032-2040.
- Laurance, W.F., Nascimento, H.E.M., Laurance, S.G., Andrade, A.C., Fearnside, P.M., Ribeiro, J.E.L. y Capretz, R.L. (2006). Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees, *Ecology* **87(2)**:469-482.
- Lindenmayer, D.B., Cunningham, R.B., Donnelly, C.F., Nix, H.A. y Lindenmayer, B.D. (2002). The distribution of birds in a novel landscape context, *Ecological Monographs* **72**:1-18.
- López-Pérez, Y., Tejero-Díez, J. D. , Torres-Díaz, A. N. y Luna-Vega, I. (2011). Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **88**:35-53.
- Mace, G. M. y Lande R. (1991). Assessing extinction threats: toward a re-evaluation of IUCN threatened species categories, *Conservation Biology* **5**:148-157.
- MacArthur, R. H. y E. O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University. Press, Princeton, New Jersey.

- McGarigal K. y Cushman S.A. (2002). Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects, *Ecological Applications* **12**: 335-345.
- McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. y Ene. E. (2002). FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponible en: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- McGarigal, K., Cushman, S. y Regan, C. (2005). Quantifying terrestrial habitat loss and fragmentation: a protocol. USDA. Rocky Mountain Region.
- McGarigal, K. y Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA.
- McGarigal, K. y Macomb, W. C. (1995). Relationship between landscape structure and breeding birds in the Oregon Coast Range, *Ecological Monographs* **65**:235-260.
- Metcalf, C.R. y Chalk, I. (1983). Anatomy of the Dicotyledons. 2º ed., Oxford, Clarendon Press.
- Mesquita, R.C..G., Delamônica, P. y Laurance, W.F. (1999). Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments, *Biological Conservation* **91**:129-134.
- Nilsson I.N. y Nilsson S.G. (1982). Turnover of vascular plant species on small island in Lake Mockeln, South Sweden 1976- 1980, *Oecologia* **53**:128-133.
- Moser, G., Ratiu, E. y Fleury-Bahl, G. (2002). Appropriation and interpersonal relationships: from dwelling to city through the neighbourhood. Environment y Behavior, *Special issue* **34(1)**:122-136.
- Muñiz- Castro M. A., Williams- Llnera G. y Rey- Benayas, J. M. (2006). Distance effect from cloud forest fragments on pant community structure in abandoned pastures in Veracruz, Mexico, *Journal of Tropical Ecology* **22**:431-440.

- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation, *Trends in Ecology and Evolution* **10(2)**:58-62.
- Ochoa-Gaona, S., González-Espinosa, M., Meave, J. A., y Sorani-Dal Bon, V. (2004). Effect of forest fragmentation on the woody flora of the highlands of Chiapas, Mexico, *Biodiversity and Conservation* **13**:867-884.
- O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R. H., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M. G., Zygmunt, B., Christensen, S. W., Dale, V. H. y Grahm, R. L. (1988). Indices of landscape pattern, *Landscape Ecology* **1**:153-162.
- Ortiz-Pérez, M. A., Hernández Santana, J. R. y Figueroa Mah-Eng, J. M. (2004). Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. En: García-Mendoza, A. J., Ordoñez, M. J. y Briones-Salas, M. (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza, México D. F.: World Wildlife Fund.
- Orshan, G., 1986. Plant form as describing vegetation and expressing adaptation to environment, *Annali di Botanica* **44**:7-38.
- Pearson, R.G. y Dawson, T. P. (2005). Long-distance plant dispersal and habitat fragmentation: identifying conservation targets for spatial landscape planning under climate change, *Biological Conservation* **123**:389-401
- Petenatti, E.M. y Del Vitto, L.A. (2000). Estructura Kranz en las especies argentinas de Flaveria (Asteraceae-Helenieae), *Kurtziana* **28 (2)**:251-57.
- Ponce Vargas, A., Luna-Vega, I., Alcantara-Ayala, O. y Ruiz-Jimenez, C. A. (2006). Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **77**:177-190.
- Peters D. P. C. y Goslee C. S. (2001). Landscape diversity, *Encyclopedia of Biodiversity* **3**:645-657.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F.
- Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesofilos de montaña de México, *Acta Botanica de Mexico* **35**: 25-44.

- Sala, O. E. F. S., Chapin, III, Armesto, J. J. , Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, D., Lodge, H. A., Mooney, M. Oesterheld, L. Poff, M. T., Sykes, B. H., Walker, Walker, M. y Wall D. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100, *Science* **287**:1770-1774.
- Sánchez-Rodríguez, E. V., López-Mata, L., García-Moya, E. y Cuevas-Guzmán, R. (2003). Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **73**:17-34.
- Santiago- Pérez, A. L., Jardel- Peláez J. E., Cuevas- Guzmán R. y Huerta- Martínez F. M. (2009). Vegetación de bordes en un bosque mesofilo de montaña de occidente de México, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **85**:31-49.
- Sarmiento, F. O. (1997). Arrested succession in pastures hinders regeneration of Tropicandean forests and shreds mountain landscapes, *Conservation* **4**:14-23.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. y Margules, C.R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review, *Conservation Biology* **5**:18-32.
- Schindler, D. L., Findlay, M. P., Stainton, B. R., Parker, M., Paterson, K. G., Beaty, M., Lyng y S. E., Kasian, M. (2008). Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: Results of a 37-year whole-ecosystem experiment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **105**:11254-11258.
- Schindler, S., Wehrden, H. Von, Poirazidis, K., Wrbka, T. y Kati, V. (2013). Multiscale performance of landscape metrics as indicators of species richness of plants, insects and vertebrates, *Industrial Ecology* **31**: 41-48.
- Shi, Z. , Yilin C., Yousheng C. , Yourun I. , Ling Yeou-ruenn, Ling , Liu Shangwu, Ge Xuejun, Gao Tiangang, Zhu Shixin, Liu Ying, Yang Qiner; Christopher J. Humphries, Eckhard von Raab-Straube, Michael G. Gilbert, Bertil Nordenstam, Norbert Kilian , Luc Brouillet, Irina D. Illarionova, D. J. Nicholas

- Hind, Charles Jeffrey, Randall J. Bayer, Jan Kirschner, Werner Greuter, Arne A. Anderberg, John C. Semple, Jan Štěpánek, Susana Edith Freire, Ludwig Martins, Hiroshige Koyama, Takayuki Kawahara, Leszek Vincent, Alexander P. Sukhorukov, Evgeny V. Mavrodiev, Günter Gottschlich. Asteraceae (Compositae) family introduction, glossary, systematic list, and key to tribes. En: Wu, Z. Y., Raven, P. H. & Hong, D. Y., eds., Flora of China. Volumen 20– 21 (Asteraceae). Science Press (Beijing) & Missouri Botanical Garden Press (St. Louis).
- Skole D. y Tucker C. (1993). Tropical Deforestation and Habitat Fragmentation in the Amazon: Satellite Data from 1978 to 1988, *Science* **260 (5116)**:1905-1910.
- Stevens, P.F., (2007). Angiosperm Phylogeny Website. Version 8, June 2007. En: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/orders/asteralesweb.htm#Asteraceae>. Consultado 27.8.2014.
- Suárez-Mota, M. E. y Villaseñor, J. L. (2011). Las Compuestas endémicas de Oaxaca, México: Distribución y diversidad, *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **88**:55-66.
- Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, C. A. (1999). Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil, *Conservation Biology*. **91**:119-127.
- Thiele J. y Otte A. (2008). Invasion patterns of *Heracleum mantegazzianum* in Germany on the regional and landscape scales, *Journal for Nature Conservation* **16**:61-71.
- Torras, O., Gil-Tena, A. y Saura, S. (2008). How does forest landscape structure explain tree species richness in a Mediterranean context?, *Conservation Biology* **17**:1227-1240.
- Torres, L.G., Rosel, P.E., D'Agrosa, C. y Read, A.J. (2003). Improving management of overlapping bottlenose dolphin ecotypes through spatial analysis and genetics, *Marine Mammal Science* **19(3)**:502-14.

- Thomlinson, J.R., Serrano, M.I., López, T.M., Aide T.M. y Zimmerman, J.K. (1996). Land-use dynamics in a postagricultural Puerto Rican landscape (1936-1988), *Biotropic* **28**: 525-536.
- Villaseñor, J. L., Ortiz, E. y Juárez, V. (2004). Asteraceas. In: García-Mendoza, A. J., M. Ordóñez, J. y Briones-Salas M. (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México - Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México, D.F., México.177-192.
- Villaseñor-Ríos, J. L. (2011). Angiospermae Magnoliopsida. Asteraceae Bercht. & J. Presl. 178-196. En: García-Mendoza, A. J. y Meave, J. A. (eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Distrito Federal, México, Instituto de Biología, UNAM-CONABIO, 352.
- Visser, U. y Wiegand, K. (2004), "Einfluss der Struktur von Agrarlandschaften auf die Biodiversität". En: Agrarproduktion und Biodiversität, Tagungsband zum Kolloquium in Jena, 58-62.
- Vogel, S. (1990) History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. Mem. N. Y. Bot. Gard. 55, 130–142
- Walz, U. (2011). Landscape structure. Landscape Metrics and Biodiversity. Living Rev. Landscape Res, 5 (3), Recuperado de: 1–35 <http://www.livingreviews.org/lrlr-2011-3> [24.01.2013].
- Wiens, J.A., Stenseth, N.C., Van Horne, B. e Ims, R.A. (1993). Ecological mechanisms and landscape Ecology, *Oikos* **66**:369-380.
- Williams- Linera, G. Dominguez-Gastelu V. y García-Zurita M. E. (1998). Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest, *Conservation Biology* **12**:1091-1102.
- Williams-Linera, G., Manson, R. H. e Isunza Vera, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México, *Redalyc* **8(1)**:73-89.

- Yamaura, Y., Kawahara, T., Iida, S. y Ozaki, K., (2008). Relative importance of the area and shape of patches to the diversity of multiple taxa, *Conservation Biology* **22**: 1513-1522.
- Young, A. G., T. Boyle y T. Brown. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends Ecology and Evolution*. **11**: 413-419.