

Situación actual de la vegetación del estado de Aguascalientes, México

MARÍA ELENA SIQUEIROS-DELGADO^{1,3}, JOSÉ ALBERTO RODRÍGUEZ-AVALOS²,
JULIO MARTÍNEZ-RAMÍREZ¹ Y JOSÉ CARLOS SIERRA-MUÑOZ¹

Botanical Sciences
94 (3): 455-470, 2016

DOI: 10.17129/botsi.466

Resumen

Aguascalientes es uno de los estados más pequeños de México, sin embargo, presenta un interesante mosaico de comunidades vegetales que no se habían estudiado en forma detallada. Por ello, se llevó a cabo el estudio de la vegetación del estado de Aguascalientes, con una exploración de campo detallada abarcando todas las comunidades vegetales del Estado y utilizando técnicas de análisis visual de imágenes de satélite y herramientas SIG. El presente trabajo, pretende mostrar un panorama general de la vegetación del estado de Aguascalientes, indicando los porcentajes de área cubierta de cada formación vegetal por su afinidad climática (templado, subtropical y xerófilo), así como dar a conocer su situación actual y sus expectativas de conservación. Se determinaron 12 tipos de vegetación con 15 subtipos locales y 50 asociaciones vegetales. La vegetación templada es la más ampliamente distribuida, ocupando 30.48 % de la superficie total de Aguascalientes; le sigue la vegetación xerófila, con 21.52 % y por último la vegetación subtropical ocupando solo 6.58 % de la superficie total del Estado. La vegetación hidrófila solo se mantiene en algunos reservorios permanentes como presas o arroyos, ocupando 0.37 % de la superficie de Aguascalientes. Se observa que la zona más alterada del Estado es la parte subtropical, principalmente las comunidades secundarias de matorral subtropical, mientras que la más conservada son los pastizales templados, especialmente el pastizal de montaña, el cual se mantiene como comunidad primaria muy bien conservada.

Palabras clave: Tipos de Vegetación, bosques templados, matorrales semiáridos

Current status of the vegetation of Aguascalientes, Mexico

Abstract

Aguascalientes is one of the smallest states of Mexico. However, it displays an interesting mosaic of plant communities that have not been studied deeply before. Therefore, it was carried out a study of the vegetation of Aguascalientes, with a deep field exploration embracing all plant communities of Aguascalientes and utilizing image satellite visual analysis techniques and SIG tools. The current paper tries to show a general view of the Aguascalientes vegetation, indicating the percentages of the covered area of each vegetal formation by its climatic affinity (temperate, subtropical and xerophytic). Also, it pursues to present the current situation of the vegetation and its conservation expectations. Twelve vegetation types with 15 local subtypes and 50 plant associations were recorded. The temperate communities were the most widely distributed, with a 30.48 % of covered surface; xerophytic vegetation follows with a 21.52 % of covered surface; finally the subtropical vegetation occupies the 6.58 % of the state. Hydrophytic vegetation is only present in permanent reservoirs as dams or streams, and it covers only 0.37 % of the state surface. The most disturbed area in the state is the subtropical zone, specially the subtropical shrub communities, while the most conserved is the temperate grasslands, specially the mountain grasslands, maintained as primary very well preserved community.

Key words: Vegetation types, temperate forest, semiarid shrubs.

¹ Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México

² Departamento de Regionalización Costera e Insular, INEGI.

³ Autor para la correspondencia: masiquei@correo.uaa.mx

El estudio de la vegetación en años recientes se ha desarrollado favorablemente, gracias a las nuevas tecnologías de información geográfica, teledetección y sensores remotos (GIS), que permiten la captura, monitoreo, almacenamiento y análisis de datos de extensas áreas de territorio (Lindenmayer y Possingham, 1996; Metzger y Muller, 1996; Burrough y MacDonell, 1998; Metzger, 2008; Shao y Wu, 2008). No obstante que estas herramientas son indiscutiblemente útiles, son funcionales a escalas muy amplias y no resultan prácticas para estudios detallados de vegetación, que permitan determinar con exactitud la situación de poblaciones particulares de un área determinada.

El estudio de la vegetación comprende dos aspectos importantes, el florístico y el fisonómico. El aspecto florístico incluye el listado de todas las especies vegetales de la zona, así como su distribución, abundancia o características del hábitat, siempre enfocado a especies en particular; el aspecto fisonómico, por otro lado, se enfoca principalmente en la forma de vida dominante de la comunidad, a su cobertura, estratificación, composición florística y características del follaje. La fisonomía de la vegetación está determinada por el clima particular de la zona, y por lo tanto, está correlacionada con la topografía del lugar, determinando las poblaciones animales que habitarán la comunidad. En México, la fisonomía ha sido uno de los aspectos más usados para la clasificación y circunscripción de las comunidades vegetales (Rzedowski, 1978).

Los estudios de la vegetación de México en forma sistemática e integral, empiezan a despuntar apenas en las últimas dos décadas (Rzedowski, 2006). En tiempos prehispánicos y posteriores a la conquista, la mayoría de la información escrita sobre plantas, es de tipo taxonómico-utilitario y muy poca habla concretamente sobre los rasgos de la vegetación. Hasta mediados del siglo XIX, aparecen los primeros trabajos con observaciones sobre la vegetación de regiones particulares de México (Hartweg, 1848; Berlandier, 1880; Seemann, 1852-1857), así como las primeras obras que dan un panorama general de la vegetación del país (Martens y Galeotti, 1842; Richards *et al.*, 1940). En años más recientes las contribuciones de Leopold (1950), Miranda y Hernández-X. (1963), Flores-Mata *et al.* (1971), Rzedowski (1978), y los trabajos con teledetección y sensores remotos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), han enriquecido el conocimiento de la vegetación de nuestro país. No obstante, la vegetación por estados o zonas particulares de México, y a niveles de trabajo de campo no son tan frecuentes, y requieren de un estudio más profundo para llevar a cabo planes estatales para el uso y conservación de los recursos de cada entidad federativa de México.

Aguascalientes es uno de los estados más pequeños de la República Mexicana y el estudio de su flora, aunque todavía no concluida, lleva un avance significativo (de la Cerda, 1984, 1996, 1999a, b, 2000, 2004, 2008; Siqueiros-Delgado, 1989, 1996a, 1996b, 1999; García-Regalado, 1995, 1998, 1999a, 1999b, 2004a, 2004b, 2014; de la Cerda-Lemus, 2011; Herrera-Arrieta y de la Cerda-Lemus, 1995; de la Cerda y Herrera, 1997; García-Regalado *et al.*, 1999; Siqueiros-Delgado y González-Adame, 2002, 2006; Macías *et al.*, 2005; de la Cerda-Lemus y González-Adame, 2009; Moreno-Flores y de la Cerda-Lemus, 2010; Siqueiros-Delgado, *et al.*, 2011; Sierra-Muñoz, 2014; Sierra-Muñoz *et al.*, 2015). Los estudios sobre vegetación son aún más escasos y no muy profundos (Rzedowski y McVaugh, 1966; Rzedowski y McVaugh, 1972; Siqueiros, 1992; García-Regalado *et al.*, 1993; Minnich *et al.*, 1994; CONABIO, 2008, 2010).

El estado de Aguascalientes está ubicado en el centro-norte de la República Mexicana y a pesar de su tamaño reducido (5,680 km²) y aparente homogeneidad, posee una amplia diversidad de comunidades vegetales. El Estado está situado en la zona semiárida de la Altiplanicie Mexicana, dentro de la Región Ecológica 12: Elevaciones Semiáridas Meridionales, de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 2005), y en él confluyen distintas regiones ecológicas como bosques templados de la Sierra Madre Occidental, matorrales desérticos del suroeste del Desierto Chihuahuense, pastizales del altiplano Duranguense-Zacatecano, vegetación tropical del cañón de Juchipila, además de varias comunidades subtropicales y templadas de los Altos de Jalisco. Así mismo, desde el punto de vista florístico, Aguascalientes queda comprendido dentro de la región Xerofítica Mexicana y en menor proporción, en la región Mesoamericana de Montaña (Rzedowski, 1978). Esta confluencia de regiones florísticas y ecológicas origina un peculiar mosaico de comunidades vegetales con diferentes afinidades florísticas que lo hacen interesante desde el punto de vista florístico y de vegetación.

En un sentido amplio, en Aguascalientes se reconocen tres tipos generales de grupos cli-

máticos con sus respectivas comunidades vegetales predominantes: la zona árida cubierta por vegetación xerofítica, ubicada en la porción central del Estado y formada en su mayoría por matorrales secundarios y pastizales que han reemplazado a los mezquites, pastizales o nopaleras originales; la zona templada ubicada en la región montañosa al oeste del Estado, que alberga diferentes tipos de bosques de encino o bosques mixtos (encino-coníferas); y la zona tropical al suroeste de la entidad, cubierta en su mayoría por matorrales subtropicales secundarios que han sustituido a las comunidades prístinas de selva baja caducifolia, la cual queda como relicto en algunas zonas conservadas.

Por otro lado, y a otro nivel, se tienen los estudios del INEGI (1996, 2001) por percepción remota, con cartas de vegetación a escalas de 1:1,000,000, 1:250,000 y pocas de 1: 50,000. Así mismo, se cuenta con fotografías aéreas de 1:40,000 y 1:20,000 impresas de los años 1993, 1994 y 1998, que nos proporcionan información global de las comunidades vegetales de Aguascalientes (INEGI, s/f).

Siendo uno de los estados más pequeños de la República Mexicana, Aguascalientes presenta problemas de deterioro de la vegetación al igual que muchas otras partes del país (Challenger, 1998). Su localización en la planicie central árida del país, su tamaño y su accesible topografía lo hacen ser uno de los estados más vulnerables al deterioro de sus recursos naturales. De acuerdo a INEGI (2010), el 80 % de la cubierta vegetal original de Aguascalientes ha sido modificada; cerca del 90 % de la entidad presenta problemas de erosión y cada vez es más escasa el agua del subsuelo (CONABIO, 2008). Desde el punto de vista histórico, es interesante hacer notar que la cubierta vegetal del Estado ha sido ampliamente modificada a lo largo de casi 500 años de presencia de poblaciones humanas sedentarias, primariamente agrícolas y ganaderas de origen europeo y mestizo, por lo que es de esperarse que las comunidades naturales que se conservan a la fecha, se encuentren en un estado profundo de transformación, perturbación, degradación y/o fragmentación.

Todo esto constituye una amenaza permanente hacia los recursos naturales del Estado y por lo tanto hacia la población de Aguascalientes, la cual recibe de una u otra manera los bienes y servicios que los recursos naturales del Estado brindan. No obstante, a pesar de toda esta serie de problemas ambientales, Aguascalientes aún cuenta con comunidades naturales conservadas, que es indispensable cuidar y conservar como legado para las generaciones futuras. Entre ellas se pueden mencionar, desde bosques tropicales secos al suroeste de la entidad, relictos de encinares húmedos altos con elementos de mesófilo en algunas cañadas húmedas, bosques de pino o bosques de cipreses en la zona montañosa al noroeste de la entidad, hasta diferentes tipos de pastizales y matorrales xerófilos. Aunque muchas de estas comunidades vegetales están deterioradas, es necesario establecer políticas de conservación que nos permitan generar estrategias de protección hacia estas áreas naturales incluyendo sus poblaciones animales y vegetales.

Hasta hace pocos años y a pesar de toda la información disponible hasta el momento, la vegetación de Aguascalientes solo podía ser descrita de manera general definiendo las grandes unidades de paisaje y no se conocía con precisión la situación real de las comunidades vegetales ni el área cubierta por cada una. No fue hasta 2010, con el inicio del proyecto de "Vegetación de Aguascalientes" conducido por la Universidad Autónoma de Aguascalientes en colaboración con el INEGI, que fue posible determinar con detalle las diferentes asociaciones vegetales de los grandes grupos de vegetación del Estado con los atributos que los caracterizan y los cuales nos permiten definir cuantitativamente la situación real de las poblaciones vegetales y su distribución.

Los objetivos fueron mostrar el panorama general de la vegetación de Aguascalientes, indicando los porcentajes de área cubierta por cada tipo de vegetación; así como la situación actual de la vegetación y sus expectativas de conservación. Al integrar el conocimiento de la vegetación a nivel de asociaciones vegetales en el país se favorecerán comparaciones futuras sobre la dinámica del uso del suelo y sobre aspectos de conservación de la biodiversidad vegetal para el estado de Aguascalientes.

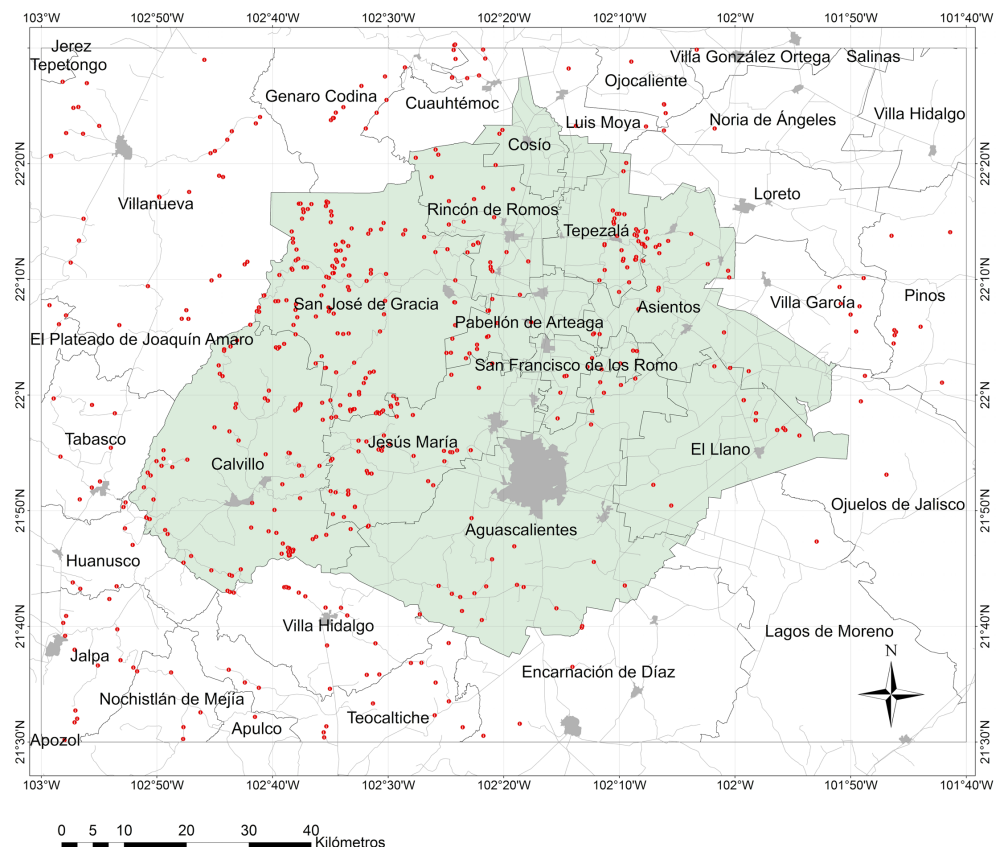
Materiales y método

Área de estudio: El estado de Aguascalientes se localiza en la región geográfica del Altiplano Mexicano. Comprende una superficie de 5,680.33 km² y se ubica entre los paralelos 21° 38' 04"

y 22° 27' 47" de latitud norte y entre los meridianos 101° 52' 25" y los 102° 52' 16" de longitud oeste. Limita al norte, este y oeste con el estado de Zacatecas y al sur y este con el estado de Jalisco (INEGI, 1981). Se encuentra dividido en 11 municipios: Aguascalientes, Asientos, Calvillo, Cosío, El Llano, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San Francisco de Los Romo, San José de Gracia y Tepezalá.

La fisiografía del Estado presenta tres componentes característicos que corresponden a diferentes regiones fisiográficas de acuerdo a INEGI (1981): Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro y Faja Volcánica Transmexicana. A su vez se reconocen varias subprovincias: Sierras y Valles Zacatecanos, Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes y Altos de Jalisco, respectivamente. Esto le confiere un paisaje mixto formado por la combinación de sierras, mesetas, lomeríos y planicies. Contrasta, sin embargo, la fisiografía de las mitades oeste y este. Hacia el occidente predomina una topografía plana formada por un amplio valle aluvial (Valle de Aguascalientes) separado de la planicie de la región del Llano por una serie de lomeríos que se extienden hacia el sur desde la sierra de Tepezalá y Asientos. Esta planicie central se extiende de norte a sur y contiene la mayor parte de las tierras agrícolas y centros urbanos de importancia, abarcando la mayor parte de los municipios del Estado. En esta parte se reconocen varias serranías aisladas, de las cuales las más importantes son la sierra de Los Gallos en el municipio de Aguascalientes, con una elevación de 2,270 m en el cerro de Los Gallos; la sierra de Tepezalá y Asientos con 2,678 m en el cerro de Altamira (Asientos) y 2,500 m en Cerro Prieto, 2,470 en Cerro Colorado y 2,540 m en el cerro de San Juan, todos pertenecientes al municipio de Tepezalá. Bordeando los límites al oriente del Estado se encuentra otra serie de pequeños sistemas montañosos y mesetas elevadas que no sobrepasan los 2,200 m, en el municipio de Asientos, y en la sierra de la Comanja que separa el Valle de Aguascalientes de las llanuras de Ojuelos, Jalisco y cuyas elevaciones mayores y mesetas se encuentran entre los 2,000 y 2,500 m (cerro Juan el Grande), en el municipio de El Llano. La mitad oeste de la entidad presenta una fisonomía quebrada, formada por varios macizos montañosos y sistemas de mesetas, separados por cañadas profundas y pequeños valles intermontanos. Esta es la región montañosa más extensa del Estado, la cual

Figura. 1. Mapa de los puntos de muestreo en el estado de Aguascalientes



abarca los municipios de San José de Gracia y Calvillo, la mayor parte de Jesús María y Rincón de Romos, y partes del occidente de Cosío, Pabellón de Arteaga y Aguascalientes. Se reconocen varios sistemas montañosos como son la Sierra Fría, Sierra de Pabellón, Sierra de Guajolotes, Sierra del Pinal y Sierra del Laurel, con varias elevaciones importantes de las cuales destacan el Cerro del Laurel (2,720-3,050 m) y Cerro de la Campana (2,760 m) en la Sierra del Laurel, Calvillo; en la Sierra Fría, reviste importancia la región de Monte Grande como el área montañosa a mayor altitud ($> 2,700$ m) y que incluye el cerro de La Ardilla, considerado tradicionalmente como el punto de mayor elevación de Aguascalientes (2,870-3,003 m). Entre los sistemas montañosos descritos resaltan dos grandes valles de origen tectónico. El Valle de Aguascalientes es el más grande, el cual presenta una ligera inclinación de norte a sur y un gradiente de altitud que va desde 2,000 a 1,850 m, desde las planicies del extremo centro-sur de Zacatecas hasta los límites con Jalisco. El segundo es el Valle de Calvillo (Huejúcar), el cual forma a su vez parte del Valle tectónico de Juchipila. Tiene una orientación noreste-suroeste, con una altitud que baja desde 1,750 hasta 1,550 m en el fondo del valle (INEGI, 1981, 2007).

En general el clima de Aguascalientes puede considerarse dentro del grupo de los semisecos (BS), abarcando aproximadamente 86 % de la superficie estatal; el 14 % restante pertenece al subgrupo de climas templados ($C(w)$) de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por García de Miranda (1973), y en cuanto a hidrología, Aguascalientes queda comprendido dentro de dos regiones: Lerma-Santiago-Pacífico que abarca la mayor parte del Estado, y El Salado constituido por una serie de cuencas cerradas de diferentes dimensiones. Esta última región hidrológica aporta muy poco volumen de agua al Estado, y se ubica en una pequeña porción al noreste del mismo. La primera región cuenta con dos ríos tributarios que son afluentes principales del Río Santiago que nace en el Lago de Chapala y tiene desembocadura directa en el Océano Pacífico. Sus corrientes fluviales corren hacia el sur y son subafluentes de los ríos Verde y Juchipila. El relieve del Estado determina que las dos regiones hidrológicas se encuentren separadas entre sí por la Sierra Fría, Sierra de Pabellón, Sierra de Guajolotes y Sierra del Laurel. El Río Calvillo hacia el occidente está formado principalmente por dos afluentes: el del Río la Labor y el del Río de Texas que corre hacia el suroeste y sale del Estado para unirse al Río Juchipila en Zacatecas. El Río Aguascalientes es el principal cauce del Estado, en su origen también conocido como Río San Pedro, nace en la Sierra de Zacatecas y recorre el valle de su nombre. Recibe numerosos afluentes, entre los que se pueden mencionar como principales los ríos Chicalote, Pabellón, Santiago, Morcinique y San Francisco. Cuando se le unen los ríos Encarnación, Lagos y Teocaltiche cambia a Río Verde, que se continúa con rumbo al suroeste hasta su confluencia al Río Grande o Santiago, al norte de la ciudad de Guadalajara. En las corrientes que integran la red hidrológica del Estado (permanentes e intermitentes), se han construido numerosas obras de almacenamiento y derivación, que contribuyen al abastecimiento de agua para las diversas actividades que se desarrollan en la entidad. Las presas Presidente Plutarco Elías Calles, Abelardo Rodríguez, El Niágara y Malpaso, son de las obras más importantes en este renglón. Numerosos manantiales de aguas termales que dan su nombre al Estado y al de su capital se encuentran en los municipios de Aguascalientes, Calvillo, Rincón de Romos y Jesús María (INEGI, 1981). Actualmente, los ríos permanentes han desaparecido quedando solo como corrientes de agua intermitentes, debido a que se han interceptado sus aguas en el trayecto y a la cada vez más escasa precipitación en el Estado. Solamente llevan agua cuando las lluvias aparecen por la formación de ciclones en las costas del Pacífico y del Golfo, cuando las nubosidades rebasan las montañas de las sierras de nuestro país, por la fuerza de las depresiones atmosféricas (Rodríguez-Ávalos, 2014).

Con respecto a geología y suelos, dentro del estado de Aguascalientes las rocas que predominan son las ígneas extrusivas ácidas (riolitas y tobas), seguidas por las rocas sedimentarias de origen continental (areniscas y conglomerados del Terciario) y de origen marino del cretácico (caliza, caliza-lutita y lutita-arenisca); mientras los suelos más importantes por la extensión ocupada, son los Feozems, Litosoles, Planosoles y Xerosoles, que en conjunto abarcan casi 80 % de la superficie del Estado (INEGI, 2009).

Con el fin de facilitar el análisis de las características y origen de los tipos de vegetación, las diferentes comunidades vegetales se agruparon de acuerdo a los principales grupos climáticos. Los bosques templados de pino, encino y mixtos pertenecen a la flora de la Sierra Madre

Occidental, ocupan todas las elevaciones por arriba de los 2,000 m, formando masas boscosas importantes así como una serie de comunidades aisladas y parcialmente dispersas hacia el este del Estado. La vegetación subtropical, que está representada por el bosque tropical bajo caducifolio y matorral subtropical, corresponde a la flora tropical de los cañones y valles tectónicos del occidente de Jalisco, denominados para este estudio como vegetación subtropical de la cuenca de los ríos Juchipila y Verde-San Pedro. Esta vegetación se desarrolla en los valles tectónicos y laderas protegidas del cañón de Juchipila y Valle de Huejúcar (Calvillo), así como en forma de una franja discontinua a lo largo del borde occidental del Valle de Aguascalientes. Otra flora importante es la derivada de los pastizales del sur de Zacatecas, que a su vez son parte de las praderas semiáridas que recorren el borde occidental del desierto Chihuahuense desde Chihuahua hasta los llanos de Ojuelos, Jal. Estos pastizales ocupan las llanuras y mesetas del norte y parte del centro del Estado. Se tiene la presencia de una limitada región con flora xerófila propia del desierto Chihuahuense en los municipios de Asientos y Tepezalá, en una pequeña área en el extremo noreste del Estado (Rodríguez-Ávalos, 2014).

Trabajo de campo. Se llevó a cabo semanalmente durante tres años, por personal del herbario de la UAA y del INEGI. Se muestrearon 325 puntos aleatorios dentro del Estado de Aguascalientes (Figura 1), utilizando la herramienta *Sampling with points* de la extensión *Design sampling scheme. V2.0* de Arc/View GIS 3.1/3.2, con una distancia entre puntos de 1,000 m y distancia al borde del polígono de 10 m. Para las áreas de muestreo por tipo de vegetación se utilizó la información de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV del INEGI, seleccionando por tipo y agregando puntos de muestreo por clase consecutiva. La cantidad de puntos por tipo fue definida con base en la capacidad estimada de muestreo por un periodo de tres años y repartida proporcionalmente entre las clases usando como referencia el universo total de unidades de interpretación (9 ha o 300 × 300 m). En cada punto se levantó la información ecológica del sitio en un formato especial para el proyecto y se llevó a cabo uno o dos transectos de línea intercepto de 50 m (Goldsmith *et al.*, 1986) para determinar la estructura de la vegetación (no incluida en el presente artículo); para cada sitio se tomaron además fotografías del área que permiten tener un registro visual de la vegetación a través del tiempo y detectar cambios en la estructura de la vegetación.

Análisis visual y generación de información geográfica digital. Se aplicaron técnicas de análisis visual y herramientas SIG para el reconocimiento de las unidades vegetales previamente definidas por los muestreos en campo. El insumo principal fueron imágenes de satélite SPOT5 multiespectrales con resolución de 10 m por pixel, para lo cual se contó con escenas completas para los años 2005, 2006, 2007 y 2009. La interpretación de las imágenes se realizó con apoyo de la información cartográfica producida por INEGI para el tema de Vegetación y Uso del Suelo a escala 1:50,000 (INEGI, 1973) y Serie IV escala 1:250,000, además del acervo cartográfico digital en diversos temas a escala 1:1'000,000, 1:250,000 y 1:50,000. La información geográfica fue generada con el software Arc/GIS y almacenada en formato *shape*.

Análisis de datos. Para describir la vegetación de Aguascalientes, en general se siguió la propuesta de Rzedowski (1978) y la que INEGI (2009) utiliza para las series de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000, con ajustes basados en las características propias de las comunidades vegetales de Aguascalientes. Los tipos de vegetación registrados se circunscribieron dentro de los tres grandes grupos climáticos del Estado: templado tropical y árido, y fueron definidos en base a criterios fisonómicos y estructurales siguiendo la propuesta de Rzedowski (1978). Algunos tipos de vegetación se dividieron en subtipos locales de acuerdo a sus especies dominantes y se aplicó un criterio florístico para definir el nivel de asociación vegetal.

Para precisar el grado de conservación de las comunidades vegetales, se emplearon los conceptos de vegetación primaria y vegetación secundaria. La vegetación primaria se definió como la vegetación que conserva en su mayoría, su condición de densidad, cobertura y número de especies del ecosistema original (primario) (INEGI, 2002), independientemente del grado de disturbio. Por ejemplo, algunos sitios de pastizal natural abierto son considerados como vegetación primaria, a pesar de que se observen rastros de disturbio como sobrepastoreo, siempre y cuando la composición florística sea la esperada en una condición conservada y sus compo-

nentes se mantengan como dominantes; se pueden presentar especies indicadoras de disturbio o invasoras, pero en un porcentaje reducido. Por otro lado, la vegetación secundaria se definió como la vegetación presente donde ha habido la sustitución total o parcial de la comunidad de vegetación original (primaria), ya sea por algún cambio de uso del suelo o por causas naturales o inducidas donde actualmente es evidente la recuperación de la comunidad vegetal, en alguna de las etapas sucesionales de vegetación (INEGI, 2002). Así mismo, la evaluación del estado de conservación las comunidades vegetales se llevó a cabo en base al porcentaje de especies nativas de las diferentes comunidades (Rzedowski, 1978; COTECOCA, 1980; Herrera y Pámanes, 2010) y en base a la revisión de colecciones de herbario antiguas. Por ejemplo, los matorrales espinosos del centro del Estado dominados por *Acacia farnesiana* y *Mimosa monancistrata* que han sido favorecidos por el desmonte o sobrepastoreo de las comunidades originales, dándole una fisonomía y composición florística diferente a la comunidad original. Otro ejemplo es el matorral subtropical de la parte suroeste del Estado el cual probablemente se originó por la deforestación del bosque tropical bajo caducifolio para el cultivo de la guayaba y que ahora cubre la mayor parte de la región, restringiendo el bosque a áreas relicto en zonas poco accesibles del municipio de Calvillo.

Resultados

Dentro de los tres grandes grupos climáticos del Estado (templado, tropical y árido) se registraron 12 tipos de vegetación (la mayoría según la clasificación de Rzedowski, 1978) con 15 subtipos y 50 asociaciones vegetales (Tabla 1, Figura 2). El matorral calcícola con *Juniperus coahuilensis* (Martinez) Gaussen ex R. P. Adams y pastizal de montaña de *Muhlenbergia macrooura* (Kunth) Hitchc. se describen por primera vez para Aguascalientes, ambos con extensiones muy reducidas; el resto de los tipos de vegetación ya habían sido mencionadas por otros autores (Bolío *et al.*, 1970, COTECOCA, 1980; INEGI, 1981; Siqueiros, 1992; CONABIO, 2008) pero no habían sido debidamente registrados cartográficamente. Además, se registran por primera vez para el Estado, once asociaciones vegetales incluidas en los diferentes tipos de vegetación (Cuadro 1, asociaciones 8, 21, 24, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 41 y 50).

Como se puede observar en el cuadro 1, la vegetación templada es la más ampliamente distribuida en el Estado ocupando la zona montañosa o picos aislados. Cubre 30.48 % de la superficie total de Aguascalientes, de los cuales, alrededor del 30 % se encuentra en condición primaria. Se distinguen diferentes asociaciones de bosques de encino, pino y combinados, además de los matorrales y pastizales templados. Dentro de los elementos más abundantes se pueden mencionar *Quercus potosina* Trel., *Q. eduardii* Trel. y *Q. resinosa* Liebm., entre los encinos, y *J. deppeana* Steud., *Pinus teocote* Schltdl. & Cham. y *P. leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham., entre las coníferas. *Arctostaphylos pungens* Kunth como el elemento dominante de los matorrales de manzanita y *Bouteloua chondrosioides* (Kunth) Benth. ex S. Watson, *M. rigida* (Kunth) Kunth y *Lycurus phleoides* Kunth, como elementos principales de los pastizales templados. Se determinaron 19 asociaciones para los bosques, dos de matorrales templados y tres de pastizales templados (Tabla 1, asociaciones 1 a 24).

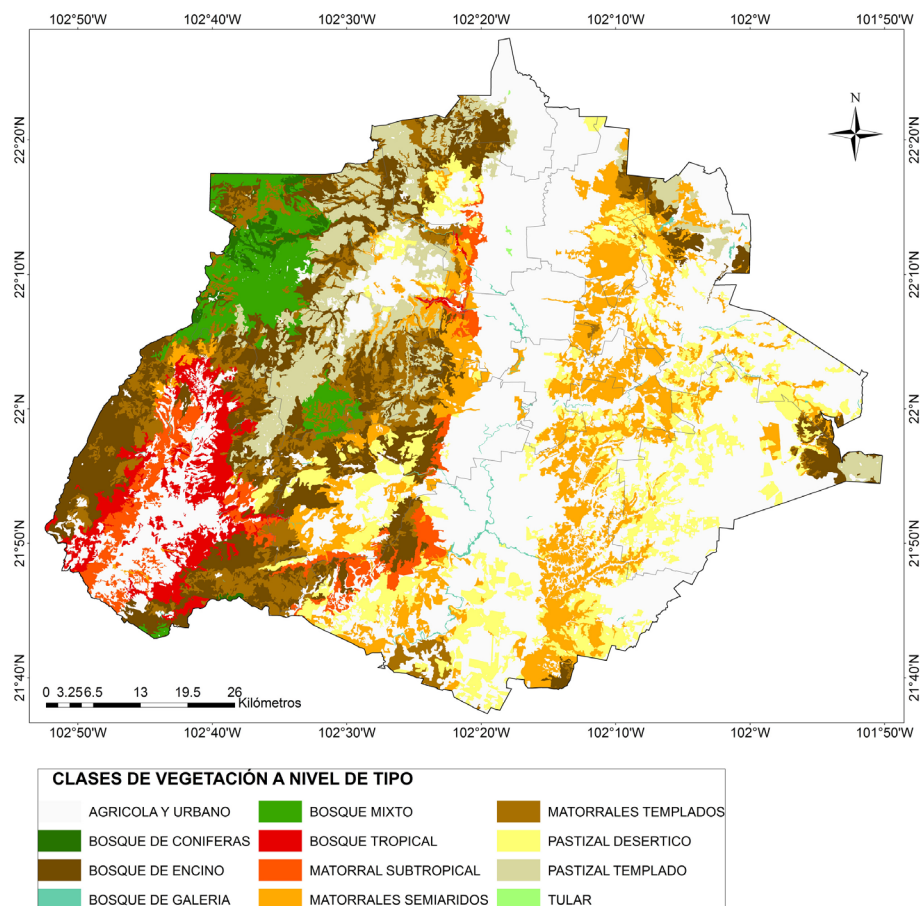
La vegetación subtropical ocupa solo el 6.58 % de la superficie total del Estado, de los cuales 16.8 % se encuentra en condición primaria, aunque con un alto grado de disturbio. Se distribuye en el suroeste de Aguascalientes, y está representada por el bosque tropical bajo caducifolio y el matorral subtropical en las partes más accesibles, el cual es considerado como vegetación secundaria, con dos asociaciones vegetales (Tabla 1, asociaciones 26 y 27). Entre los elementos más comunes del subtrópico del Estado se pueden mencionar, *Lysiloma* spp., *Leucaena* spp. *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl., *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console, entre muchos otros (Tabla 1).

La vegetación xerófila, por otro lado, ocupa 21.52 % de la superficie total de Aguascalientes, de los cuales, alrededor del 55 % se presenta con vegetación primaria, especialmente en el pastizal natural. Se distribuye principalmente en las planicies centrales y está formada por comunidades de mezquites, matorrales y pastizales con diferentes asociaciones vegetales. Se registran 15 asociaciones vegetales diferentes en esta región, 11 para los matorrales (incluyendo los mezquites en esta categoría) y cuatro para pastizales (Tabla 1, asociaciones 28 a

42). Dentro de los matorrales, se pueden distinguir el matorral crasicaule con el mezquital y el desértico micrófilo, con sus asociaciones y especies características como *Opuntia* spp., *Mimosa monancistra* Benth., *Acacia schaffneri* (S.Watson) F.J.Herm., *Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., *Forestiera phillyreoides* (Benth.) Torr., *Verbesina serrata* Cav., *Yucca filifera* Chabaud., *Zaluzania augusta* (Lag.) Sch.Bip., para el matorral crasicaule, y *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst., como dominante para el mezquital. Usualmente los elementos de estos matorrales están mezclados, formando matorrales subinermes o subespinosos. El matorral desértico micrófilo está restringido a Asientos y Tepezalá, y comparte elementos típicos del desierto Chihuahuense como *Ephedra compacta* Rose, *Lindleya mespiloides* Kunth, *Purshia plicata* (D.Don) Henrickson, *Rhus microphylla* Engelm., *Condalia warnockii* M.C.Johnst., con asociaciones de *Mortonia palmeri* Hemsl., *E. compacta*, *Y. filifera*, o la asociación de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville, *Parthenium incanum* Kunth, *Flourensia cernua* DC., *R. microphylla*, *A. constricta* Benth., en los límites con Zacatecas y nunca antes descrita para Aguascalientes. En los pastizales naturales, tanto abiertos como amacollados las especies más frecuentes son *Bouteloua chondrosioides*, *B. gracilis* (Kunth) Lag. ex Steud., *Lycurus phleoides*, entre otros (Tabla 1, asociaciones 39 a 41).

Por último la vegetación hidrófila ocupa una reducida superficie del Estado, sólo en un 0.37 % está presente, de los cuales el 35 % se conserva con vegetación primaria. Está representada por bosques de galería de *Taxodium mucronatum* Ten., *Salix bonplandiana* Kunth o *Populus tremuloides* Michx., y en los escasos cuerpos de agua como arroyos intermitentes o presas, se pueden encontrar *Nymphoides fallax* Ornduff, *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms, *Potamogeton* spp. En porciones muy reducidas de la entidad se pueden encontrar zonas inundables donde se forma vegetación de ciénega con representantes como *Bacopa procumbens* (Mill.) Greenm., *Cyperus seslerioides* Kunth, *Eleocharis* spp., *Helenium mexicanum* Kunth, *Heliotropium curassavicum* L., *Lippia nodiflora* (L.) Michx., *Malvella leprosa* (Ortega) Krapov. (Tabla 1).

Figura. 2. Mapa de los tipos de vegetación del estado de Aguascalientes.



Cuadro 1. Tipos de vegetación y asociaciones vegetales del estado de Aguascalientes por grupos climáticos, mostrando la superficie ocupada por cada tipo de vegetación y la superficie de esta vegetación que se considera en condición primaria en hectáreas y porcentajes.

Grupo climático	Tipos de Vegetación		Asociaciones con especies características	Total de superficie ocupada por vegetación natural (tanto primaria como secundaria)		Total de vegetación natural en condición primaria (que conserva su vegetación original)	
				%	Ha	%	Ha
Vegetación templada	1. Bosque de encino		1. <i>Quercus potosina</i> — <i>Q. resinosa</i> — <i>Q. eduardii</i>	10.74 %	60,381.65	11.88 %	7,171.52
			2. <i>Quercus grisea</i> — <i>Q. potosina</i> — <i>Q. laeta</i> — <i>Juniperus deppeana</i>				
			3. <i>Quercus potosina</i> — <i>Q. depressipes</i>				
			4. <i>Quercus chihuahuensis</i> — <i>Q. praeco</i> — <i>Q. laeta</i>				
			5. <i>Quercus rugosa</i> — <i>Q. sideroxyla</i> — <i>Q. eduardii</i> — <i>Q. laeta</i> — <i>Q. obtusata</i> — <i>Q. repanda</i>	1.14 %	6,429.54	46.30 %	2,976.70
			6. <i>Quercus aristata</i> — <i>Q. laeta</i> — <i>Q. obtusata</i> — <i>Q. eduardii</i> — <i>Q. viminea</i> — <i>Q. gentryi</i>				
			7. <i>Quercus grisea</i> — <i>Q. eduardii</i> — <i>Q. jonesii</i>				
			8. <i>Quercus candicans</i> — <i>Q. castanea</i> — <i>Q. rugosa</i> — <i>Q. gentryi</i> — <i>Q. obtusata</i> — <i>Clethra hartwegii</i> — <i>Cedrela dugesii</i> — <i>Litsea glaucescens</i> — <i>Fraxinus uhdei</i>	0.06 %	345.72	94.62 %	327.11
			TOTAL				
	2. Bosque de coníferas	B. de táscate	9. <i>Juniperus deppeana</i>	0.23 %	1,266.58	28.27 %	358.07
		B. de pino	10. <i>Pinus teocote</i> — <i>P. leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	0.48 %	2,725.27	62.65 %	1,707.50
			11. <i>Pinus teocote</i> — <i>P. durangensis</i> — <i>P. devoniana</i>				
			12. <i>Pinus cembroides</i>				
			TOTAL	0.71 %	3,991.85	51.74%	2,065.57
	3. Bosque mixto	B. pino-encino	13. <i>Pinus teocote</i> — <i>P. leiophylla</i> — <i>Juniperus deppeana</i> — <i>Quercus eduardii</i> — <i>Q. potosina</i> — <i>Q. rugosa</i> — <i>Q. sideroxyla</i> — <i>Q. repanda</i>	0.87 %	4,894.38	60.76 %	2,973.87
			14. <i>Pinus cembroides</i> — <i>P. leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i> — <i>Quercus eduardii</i> — <i>Q. potosina</i> — <i>Juniperus flaccida</i>				
		B. encino-pino	15. <i>Quercus potosina</i> — <i>Q. eduardii</i> — <i>Q. sideroxyla</i> — <i>Q. rugosa</i> — <i>Pinus teocote</i> — <i>P. leiophylla</i>	0.03 %	149.14	28.02 %	41.78
			16. <i>Quercus jonesii</i> — <i>Q. potosina</i> — <i>Q. eduardii</i> — <i>Pinus lumholtzii</i> — <i>P. durangensis</i> — <i>Juniperus deppeana</i>				
		B. de ciprés-encino	17. <i>Cupressus lusitanica</i> — <i>Quercus rugosa</i> — <i>Q. sideroxyla</i> — <i>Populus tremuloides</i> — <i>Salix schaffneri</i> — <i>Fraxinus uhdei</i>				
		B. táscate-encino	18. <i>Juniperus deppeana</i> — <i>Quercus grisea</i> — <i>Q. potosina</i>				
			19. <i>Juniperus flaccida</i> — <i>Quercus potosina</i> — <i>Q. rugosa</i>	3.65 %	20,481.65	14.72 %	3,015.65
		4. Matorrales templados	M. de Arctostaphylos pungens	20. <i>Arctostaphylos pungens</i> — <i>Quercus potosina</i> — <i>Dodonaea viscosa</i> — <i>Dalea bicolor</i> — <i>Bouvardia</i> spp.	6.65 %	37,401.53	0 %
	21. <i>Juniperus coahuilensis</i> — <i>Rhus microphylla</i> — <i>Purshia mexicana</i> — <i>Condalia warnockii</i> — <i>Dyssodia setifolia</i>			0.50 %	2,823.97	6.62 %	186.86
	M. calcícola con <i>J. coahuilensis</i>		TOTAL	7.15 %	40,225.5	0.46 %	186.86
			TOTAL VEGETACIÓN TEMPLADA	30.48 %	171,337.85	30 %	51,400.35
	5. Pastizales templados	Pastizal natural templado	22. <i>Muhlenbergia</i> spp.— <i>Bouteloua gracilis</i> — <i>B. chondrosioides</i> — <i>Quercus grisea</i> — <i>Juniperus deppeana</i>	1.30 %	7,299.95	99.20 %	7,241.19
		Pastizal con encinos	23. <i>Bouteloua chondrosioides</i> — <i>B. gracilis</i> — <i>Bouteloua</i> spp.— <i>Lycurus phleoides</i> — <i>Muhlenbergia rigida</i>	5.72 %	32,151.96	88.29 %	28,385.72
		Pastizal de montaña	24. <i>Muhlenbergia macroura</i>	0.01 %	30.03	100.00 %	30.03
			TOTAL	7.03 %	39,481.94	90.31 %	35,656.94
	Vegetación subtropical	6. Bosque tropical bajo caducifolio	25. <i>Lysiloma</i> spp.— <i>Leucaena</i> spp.— <i>Albizia plurijuga</i> — <i>Ceiba aesculifolia</i> — <i>Bursera</i> spp.— <i>Conzattia multiflora</i> — <i>Amphipterygium molle</i> — <i>Myrtillocactus geometrizans</i> — <i>Stenocereus queretaroensis</i> — <i>S. drumondii</i> — <i>Fraxinus purpusii</i>	3.18 %	17,894.13	34.84 %	6,235.18
			7. Matorral subtropical	26. <i>Ipomoea murucoides</i> — <i>Manihot caudata</i> — <i>Bursera fagaroides</i> — <i>Acacia interior</i> — <i>A. pennatula</i> — <i>Salvia</i> spp.— <i>Erythrina flavelliformis</i> — <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> — <i>Eysenhardtia polystachya</i> — <i>Ferocactus histrix</i>	3.40 %	19,144.28	0 %

Tabla 1. Continuación

Grupo climático	Tipos de Vegetación		Asociaciones con especies características	Total de superficie ocupada por vegetación natural (tanto primaria como secundaria)		Total de vegetación natural en condición primaria (que conserva su vegetación original)	
				%	Ha	%	Ha
Vegetación subtropical	7. Matorral subtropical		27. <i>Cedrela dugesii</i> — <i>Eysenhardtia polystachya</i> — <i>Quercus laeta</i> — <i>Viguiera quinqueradiata</i>				
			TOTAL DE VEGETACIÓN SUBTROPICAL	6.58 %	37,038.41	16.8 %	6235.18
Vegetación árida	8. Matorral xerófilo	Matorral crasicaule / Mezquital	28. <i>Acacia schaffneri</i> — <i>A. farnesiana</i> — <i>Prosopis laevigata</i> — <i>Mimosa</i> spp.— <i>Opuntia streptacantha</i> — <i>O. jaliscana</i> — <i>O. leucotricha</i>	8.51 %	47,844.55	44.30 %	21,197.42
			29. <i>Eysenhardtia polystachya</i> — <i>Forestiera phillyreoides</i> — <i>Viguiera quinqueradiata</i> — <i>Dalea bicolor</i> — <i>Opuntia</i> spp.— <i>Yucca filifera</i>				
			30. <i>Zaluzania augusta</i> — <i>Opuntia</i> spp.— <i>Aloysia gratissima</i> — <i>Eysenhardtia polystachya</i> — <i>Yucca filifera</i>				
			31. <i>Lippia inopinata</i> — <i>Verbesina serrata</i> — <i>Bouvardia ternifolia</i> — <i>Yucca filifera</i>				
			32. <i>Yucca filifera</i> — <i>Forestiera phillyreoides</i> — <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Izotal)				
			33. <i>Prosopis laevigata</i> — <i>Acacia schaffneri</i> — <i>Opuntia</i> spp.	2.13 %	11,951.70	30.34 %	3,626.85
		Matorral desértico micrófilo	34. <i>Ephedra compacta</i> — <i>Calliandra eriophylla</i> — <i>Jatropha dioica</i> — <i>Condalia warnockii</i> — <i>Mimosa aculeaticarpa</i>	1.28 %	7,169.66	19.91 %	1,427.63
			35. <i>Larrea tridentata</i> — <i>Parthenium incanum</i> — <i>Flourensia cernua</i> — <i>Rhus microphylla</i> — <i>Acacia constricta</i>				
			36. <i>Mortonia palmeri</i> — <i>Condalia warnockii</i> — <i>Ephedra compacta</i> — <i>Yucca filifera</i>				
			37. <i>Lindleya mespiloides</i> — <i>Purshia plicata</i> — <i>Rhus microphylla</i> — <i>Condalia warnockii</i>				
			38. <i>Dasyllirion acrotriche</i> — <i>Nolina</i> spp.— <i>Yucca filifera</i>				
			TOTAL	11.92 %	66,965.91	39.20 %	26,251.9
	9. Pastizal desértico	Pastizal natural	39. <i>Bouteloua chondrosioides</i> — <i>B. repens</i> — <i>B. gracilis</i> — <i>Lycurus phleoides</i> — <i>Aristida</i> spp.	0.87 %	4,877.37	82.15 %	4,007.22
			40. <i>Bouteloua chondrosioides</i> — <i>B. stolonifera</i> — <i>Enneapogon desvauxii</i>				
			41. <i>Aristida purpurea</i> — <i>Bouteloua curtipendula</i>	0.52 %	2,907.74	59.24 %	1,722.63
		Pastizal huizachal	42. <i>Bouteloua chondrosioides</i> — <i>Lycurus phleoides</i> — <i>Aristida</i> spp.— <i>Acacia schaffneri</i> — <i>Mimosa monancistra</i>	8.21 %	46,148.01	75.78 %	34,972.51
			TOTAL	9.60 %	53,933.12	75.47 %	40,702.36
			TOTAL DE VEGETACIÓN XERÓFILA	21.52 %	120,899.03	55.3 %	66,954.51
Vegetación hidrófila	10. Bosque de galería		43. <i>Taxodium mucronatum</i> — <i>Salix bonplandiana</i> — <i>S. humboldtiana</i> — <i>Fraxinus uhdei</i>	0.35 %	1,972.82	32.23 %	635.77
			44. <i>Alnus acuminata</i> — <i>Salix bonplandiana</i>				
			45. <i>Populus fremontii</i> — <i>Salix bonplandiana</i> — <i>S. humboldtiana</i>				
			46. <i>Salix bonplandiana</i> — <i>Fraxinus uhdei</i> — <i>Baccharis salicifolia</i>				
			TOTAL				
	11. Tular		47. <i>Typha domingensis</i>	0.02 %	89.95	100 %	89.95
	12. Vegetación acuática y subacuática		48. <i>Azolla filiculoides</i> — <i>A. mexicana</i> — <i>Eichornia crassipes</i> — <i>Nymphaea gracilis</i> — <i>Lemna</i> spp.— <i>Potamogeton</i> spp.				
			49. <i>Marsilea mollis</i> — <i>Lilaeopsis schaffneriana</i> — <i>Nierembergia angustifolia</i> — <i>Polygonum</i> spp.				
			50. (Vegetación de Ciénega) <i>Bacopa procumbens</i> — <i>Cyperus seslerioides</i> — <i>Eleocharis</i> spp.— <i>Helenium mexicanum</i> — <i>Heliotropium curassavicum</i> — <i>Lippia nodiflora</i> — <i>Malvella leprosa</i>				
			TOTAL VEGETACIÓN HIDRÓFILA	0.37 %	2062.77	35.18 %	725.72
			Subtotales de vegetación natural	58.93 %	331,338.05	37.82 %	125,315.53
			Otras coberturas (Agricultura, zona urbana, etc.)	41.07 %	230,924.94		
			Superficie total	100 %	562,262.99		

Discusión

Los datos obtenidos durante este estudio, muestran que actualmente, el uso del suelo de casi la mitad de la superficie del Estado se encuentra transformado en zonas urbanas, agrícolas, industriales, mineras, u otras, quedando alrededor de un 59 % de vegetación natural tanto primaria como secundaria en condiciones diversas (Tabla 1). Aproximadamente el 38 % de la vegetación natural se conserva en condición primaria, manteniendo sus elementos originales como dominantes, mientras que 62 % se encuentra transformada en comunidades distintas de la original, principalmente de tipo arbustivo, con especies de diferentes etapas sucesionales y de disturbio, formando comunidades secundarias a todo lo largo del Estado.

Dentro de las comunidades templadas, la asociación mejor conservada de los bosques de encino, es la de encinos altos perennifolios (Tabla 1, asociación 8), ubicada en cañadas inaccesibles de los municipios de Calvillo y San José de Gracia. El 94 % de las áreas muestreadas de esta comunidad se conservan en condición primaria, el resto presenta bajos grados de disturbio, principalmente por tala en el pasado, sobrepastoreo y extracción de leña para carbón. No obstante, su situación actual es precaria por la reducida extensión que ocupan. Las pocas áreas de bosques de encino húmedos altos que aún se conservan en la entidad, mantienen una situación relictual. La conservación de estas escasas comunidades vegetales es relevante, ya que son de las comunidades con mayor riqueza florística en el Estado (Rodríguez-Ávalos *et al.* 2013). Por otro lado, la asociación de bosques de encino con mayor disturbio es la de los encinos bajos caducifolios (Tabla 1, asociaciones 1, 2, 3, 4), ya que son las comunidades de bosque más ampliamente distribuidas y de fácil acceso, con tan solo 11.88 % en condición primaria. Estos bosques han sido los más afectados por actividades humanas como lo evidencian la gran cantidad de fosos carboneros abandonados en la zona. Los bosques de coníferas por otro lado (Tabla 1, asociación 9 a 12), muestran más de un 50 % de su superficie en condición conservada, no obstante, el área cubierta no se ha incrementado significativamente a través de los años y las poblaciones de algunas especies como *P. devoniana* o *P. durangensis*, están representadas sólo por algunos individuos. Las talas, incendios, severas sequías y plagas a través de los años, han diezmado las poblaciones de pino (Minnich *et al.*, 1994), erradicándolos de muchos sitios y dificultando las estimaciones de su posible área de distribución original. No obstante, de acuerdo a Chapa-Bezanilla *et al.* (2008), el bosque de pino presentó cambios notables de aumento en superficie y cobertura de 1956 a la fecha, indicando que hubo reclutamiento de individuos nuevos y observándose una recuperación moderada a pesar de las presiones de origen natural. Por otro lado, la situación de los bosques mixtos (Tabla 1, asociaciones 13 a 19) es variable, encontrando algunos en situación relictual como el bosque de ciprés-encino, el cual cubre el 0.72 % del total del área cubierta por los bosques templados, con 28 % de vegetación primaria. Contrastando con el bosque de táscate-encino mucho más abundante en extensión en valles aluviales, cubriendo el 75 % de la superficie total de los bosques templados, pero la mayoría como vegetación secundaria después de la remoción de la vegetación original. El matorral de manzanita (Tabla 1, asociación 20) está ampliamente extendido en la zona serrana y con pocas excepciones, a estas comunidades vegetales se les atribuye un origen secundario, especialmente cuando predomina la manzanita debido a deforestación de la comunidad original o incendios; el matorral de *Juniperus coahuilensis* (Tabla 1, asociación 21), por otro lado, actualmente es una comunidad rara en el Estado, encontrando algunos relictos en una reducida región calcícola en la parte sur de Aguascalientes debido a que esta especie fue extensamente explotado para obtener postes, leña y madera para la elaboración de diversos utensilios y artesanías regionales. Dentro de los pastizales templados (Tabla 1, asociación 22, 23 y 24), el más extendido y conservado es el pastizal natural, con un 88 % de vegetación primaria. No obstante, el área mejor conservada probablemente de todo el Estado es el pastizal de montaña, situado en la parte más alta de la Sierra Fría a casi 3,000 m de altitud, e inaccesible a la mayoría de la población. En este sitio se han encontrado nuevos registros para el Estado, así como una especie nueva para la ciencia: *Muhlenbergia aguascalientensis* Herrera y de la Cerda.

En cuanto a la vegetación subtropical en el Estado, poco menos de la mitad (3.18 %) se mantiene como bosque bajo caducifolio aunque con diferentes grados de disturbio (Tabla 1, asociación 25); el resto (3.40 %) está transformado en matorrales subtropicales secundarios (Tabla

1, asociación 26 y 27), por la apertura de áreas naturales para el cultivo de la guayaba, cítricos y otros cultivos, así como ganadería extensiva. Los remanentes del bosque bajo caducifolio en buen estado de conservación, se localizan en cañadas o laderas inaccesibles donde es difícil el acceso de la población o de ganado. Esta es otra de las comunidades importantes de proteger, por su alta diversidad y el rápido deterioro de está sufriendo, especialmente en la última década, donde los huertos de guayaba están siendo abandonados por problemas de agua, con los consecuentes problemas de erosión.

La vegetación xerófila se distribuye principalmente en el altiplano central del Estado, lo que la hace vulnerable al deterioro. Las nopaleras y mezquiales que probablemente fueron las comunidades originales en esta zona, han sido reemplazadas por matorrales espinosos secundarios principalmente con *Acacia schaffnerii* y *Mimosa monancistra*, no obstante, hay asociaciones de este matorral (Tabla 1, asociaciones 30 y 32) que se encuentran en relativo buen estado de conservación; el matorral desértico micrófilo (Tabla 1, asociaciones 34 a 38), ha sido también severamente perturbado por las actividades mineras que se han llevado a cabo en esta zona y conserva tan solo un 20 % de vegetación primaria. Esta comunidad requiere de un programa inmediato de conservación para garantizar su permanencia en el Estado. Las diferentes asociaciones de pastizales áridos, por lo general se conservan en una buena condición (82 % de vegetación primaria), aunque con diferentes grados de disturbio, algunos de ellos manteniendo una buena cobertura vegetal, generalmente de especies de *Bouteloua*. Finalmente, dentro de la vegetación hidrófila, los bosques de galería están también en situación relictual, cada vez con más problemas de supervivencia y amenazados por los escasos cuerpos de agua permanentes en el Estado, no obstante todavía se pueden encontrar algunas áreas con una buena densidad de ahuehuetes viejos (*Taxodium mucronatum*) en buenas condiciones, y muy pocas comunidades de alisos (*Alnus acuminata*) en el municipio de Calvillo.

En general, los porcentajes de cobertura vegetal se encuentran por debajo de las cifras estimadas por la más reciente cartografía disponible para el estado de Aguascalientes (series I, II, III y IV de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI a escala 1:250,000, 2001, 2005, 2010, respectivamente). A pesar de que el sistema de clasificación del INEGI tiene la enorme ventaja que es dinámico debido a que constantemente se modifica por el trabajo de validación de campo (Challenger y Soberon, 2008), y de que es equiparable a la clasificación de otros autores como la de Rzedowsky (1978), la escala a la que trabaja puede ser un problema para detectar asociaciones vegetales muy pequeñas o para delimitar con más precisión las coberturas vegetales. Por ejemplo, la asociación de bosques húmedos de *Quercus candicans-Q. castanea*, o el área de pastizal de montaña, formada casi exclusivamente por *Muhlenbergia macroura* en una pequeña región en la parte más alta de Aguascalientes, por su extensión, serían totalmente ignoradas por este sistema. Por ello, estudios de vegetación con este nivel de detalle son importantes para explorar todas las posibles asociaciones vegetales existentes en un área determinada. Challenger y Soberon (2008), señalan que es necesario aumentar la resolución de los estudios de vegetación basados en imágenes de percepción remota para lograr una clasificación ecoregional a nivel de asociaciones que abarque todo el país.

El estudio de la vegetación de Aguascalientes permite ubicar y determinar la distribución y grado relativo de conservación de las comunidades vegetales en el Estado, a la vez que permite definir a nivel de asociación de especies las características de los tipos de vegetación presentes en la actualidad. Por otra parte, el establecer variantes por asociación característica, permite apreciar mejor la distribución de especies vegetales y la diversidad de hábitats de esta región.

En términos generales, se definen grandes las tres formaciones vegetales para Aguascalientes; por una parte se tiene la vegetación templada en los sistemas montañosos del estado en una condición relativamente aislada (vista regionalmente), con poca interacción con otras masas forestales y formando pequeñas islas de vegetación templada hacia el oriente de la entidad. En segundo lugar se observa la influencia de la vegetación tropical a través del Valle de Calvillo en contacto con el cañón de Juchipila (Zac.), pero mostrando una franja relictual de vegetación tropical a lo largo del borde oeste del Valle de Aguascalientes, indicando la posible ocurrencia de condiciones cálidas en la región en su historia geológica reciente. En este sentido la distribución disyunta de vegetación calcícola y del Desierto Chihuahuense, con la que comparte varias especies y sustratos similares, podrían ser resultado de algún periodo de expansión del desierto

durante el pleistoceno. Finalmente, se tiene la zona más dinámica en el centro y oriente del Valle de Aguascalientes, donde se combinan la vegetación semiárida del Altiplano Zacatecano con la vegetación subtropical de los Altos de Jalisco (noreste de Nueva Galicia); esta área permite la comunicación de los matorrales subtropicales de esta zona, con las zonas semiáridas del sur de Zacatecas. La presencia de los pastizales templados al sur del estado se atribuye a la expansión de los pastizales Zacatecanos a través de la planicie de Ojuelos, que conecta al este los pastizales del altiplano con el norte de Guanajuato.

Por otro lado, se tiene que el tipo de vegetación con mayor superficie ocupada (sin considerar las áreas agrícolas), son las distintas comunidades de pastizal natural determinadas por sus especies nativas dominantes como *Bouteloua* o *Lycurus*, pero con diferentes grados de disturbio, tanto templados como xerófilos, los cuales cubren 16.6 % de la superficie del estado (7.03 % y 9.60 %, respectivamente), seguido por los bosques templados de la Sierra Madre Occidental con una superficie total de 16.3 % de la superficie estatal (bosques de encino 11.94 %, bosque de coníferas 0.71 %, y bosque mixto 3.65 %). Los matorrales semiáridos le siguen con un 11.92 % de superficie cubierta, incluyendo aquí todas las comunidades secundarias dominadas por *Acacia shffnerii* y *Mimosa monancistra*; los matorrales templados, incluido el matorral de manzanita y el matorral de *Juniperus coahuilensis* cubren 7.15 %. La vegetación subtropical, incluyendo el bosque tropical bajo caducifolio y el matorral subtropical, cubre una superficie de 6.58 % de la superficie estatal, y por último la vegetación hidrófila cubre solo un 0.37 % de la superficie del estado.

Derivado del análisis geográfico y las valoraciones en campo, surge en primera instancia un paisaje regional fuertemente transformado para uso agrícola, dominado en una gran parte de su territorio por una cubierta de vegetación secundaria consecuencia de la alteración de la vegetación y una expansión acelerada de los asentamientos humanos, con implicaciones importantes para la conservación de las comunidades vegetales. Además de esto, la cubierta vegetal de Aguascalientes muestra un fuerte grado de deterioro en 60 % de su superficie; sin embargo, es importante aclarar que esta degradación afecta de manera distinta cada tipo de vegetación. La variación del porcentaje de conservación en condición primaria para cada tipo de vegetación oscila desde un 11 % en comunidades de bosque de encino, hasta el 100 % de vegetación primaria en el pastizal de montaña.

Es importante aclarar que las comunidades vegetales propuestas en este trabajo son las comunidades reales presentes actualmente en cada sitio, independientemente de su origen. Si bien, muchos pastizales han sido transformados en comunidades secundarias originadas por el continuo sobrepastoreo, el tipo de vegetación considerado para los fines de este trabajo es el tipo de matorral presente en este momento, a pesar de que la comunidad primaria que lo originó fue un pastizal natural. Así mismo, una buena porción de la vegetación subtropical es considerada como matorral subtropical, a pesar de que la comunidad original fue probablemente un bosque bajo caducifolio. También es importante hacer notar que este estudio no incluye la reconstrucción de la distribución original de la vegetación por lo que prevalece un sesgo en la apreciación del grado de conservación al no contabilizar las áreas agrícolas.

A pesar de que algunas comunidades vegetales estén conservadas o en proceso de recuperación, otras siguen bajo una explotación constante como los bosques de galería y los matorrales crasicaule y desértico micrófilo, que son removidos para establecer desarrollos urbanos o industriales, o la eliminación de los bosques tropicales caducifolios que todavía se practica para establecer áreas agrícolas.

En este contexto, se observa una incipiente recuperación especialmente de la vegetación arbórea, la cual debe ser monitoreada y registrada de manera periódica, para analizar las tendencias y patrones de "recuperación" y reorganización de las comunidades vegetales. Esta es una importante área de oportunidad para futuros trabajos de investigación para los que los resultados de este trabajo puedan ser usados como punto de referencia fiable.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Biol. Arturo Victoria Hernández por el apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto; así mismo se agradece a los colaboradores de campo por el apoyo

prestado. De igual manera se agradece al INEGI por el apoyo con el vehículo para el trabajo, a la UAA por el apoyo económico para el desarrollo del proyecto y a los revisores cuyas sugerencias mejoraron sustancialmente el artículo.

Literatura citada

- Berlandier J.L. 1980. *Journey to Mexico During the Years 1826 to 1834*. Volume 2. Texas State Historical Association, Austin.
- Bolio A.E., De la Puente J.M., Moncayo F., y Villa A.B. 1970. *Estudio de la Vegetación Forestal del Estado de Aguascalientes*. Inventario Nacional Forestal, México, D.F.
- Burrough P.A. y McDonnell R.A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford.
- CCA [Comisión para la Cooperación de América del Norte] 2005. *Regiones Ecológicas de América del Norte*. Comisión para la Cooperación de América del Norte (CCA), USA-Canadá-México.
- COTECOCA [Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero] 1980. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana, estados Aguascalientes y Zacatecas. Tomo I. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F.
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2008. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes/Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- CONABIO 2010. *Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Aguascalientes*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes/Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- Challenger A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro*. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Nacional Autónoma de México/Agrupación Sierra Madre, México, D.F.
- Challenger A. y Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Soberón J., Halffter G. y Llorente-Bousquets J. Comp. *Capital Natural de México: Conocimiento Actual de la Biodiversidad*, pp. 87-108. Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Chapa-Bezanilla D., Sosa-Ramírez J. y de Alba-Ávila V. 2008. Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques* **14**:37-51.
- de la Cerda-Lemus M.E. 2011. La familia Burseraceae en el estado de Aguascalientes, México. *Acta Botanica Mexicana* **94**:1-25.
- de la Cerda-Lemus M. y González-Adame G. 2009. *Plantas Ornamentales de la Ciudad de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- de la Cerda-Lemus M. y Herrera Y. 1995. New Poaceae Distribution Records for Aguascalientes, Mexico. *Madroño* **42**:396-405.
- de la Cerda L.M. 1984. *Avances sobre la flora de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- de la Cerda L.M. 1996. *Las Gramíneas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- de la Cerda L.M. 1999a. *Cactáceas del Estado de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- de la Cerda L.M. 1999b. *Encinos de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- de la Cerda L.M. 2000. Álamos y sauces del estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia - Universidad Autónoma de Aguascalientes* **23**:17-24.
- de la Cerda L.M. 2004. Agavaceae, Alliaceae, Amaryllidaceae, Anthericaceae, Asphodelaceae, Calochortaceae, Hyacinthaceae, Hypoxidaceae, Melanthiaceae, Nolinaceae. *Scientiae Naturae* **6**:519-106.
- de la Cerda L.M. 2008. Familias Begoniaceae, Betulaceae y Garryaceae en el estado de Aguascalientes, México. *Scientiae Naturae* **10**:5-32.
- Flores-Mata G., Jiménez-López J., Madrigal-Sánchez X., Moncayo-Ruiz F. y Takaki-Takaki F. 1971. *Memoria del Mapa de Tipos de Vegetación de la República Mexicana*. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, D.F.
- García de Miranda E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- García-Regalado G. 1995. *Plantas Medicinales de Uso Tradicional en Aguascalientes*. Gobierno del estado de Aguascalientes. Oficina de coordinación de Asesores, Aguascalientes.
- García-Regalado G. 1998. La Familia Loranthaceae (injeritos) del estado de Aguascalientes, México. *Polibotánica* **7**:1-14.

- García-Regalado G. 1999a. *Plantas Medicinales de San José de Gracia, Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- García-Regalado G. 1999b. New distribution records of Compositae from Aguascalientes, Mexico. *Acta Botanica Mexicana* **46**:1-17.
- García-Regalado G. 2004a. Clethraceae, Geraniaceae, Rafflesiaceae y Sauraceae. *Scientiae Naturae* **6**:107-130.
- García-Regalado G. 2004b. *Asteraceae. Las Compuestas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- García-Regalado G. 2014. *Plantas Medicinales de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- García-Regalado G., de la Cerda-Lemus M., Siqueiros-Delgado M.E. y Rosales-Carrillo O. 1993. Recursos Florísticos del Estado de Aguascalientes. Sección Especial de Biodiversidad y Conservación de los Recursos Bióticos de La Sierra Fría, Ags. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* **10**: 5-23.
- García-Regalado G., Rosales-Carrillo O., de la Cerda-Lemus M. y Siqueiros-Delgado M.E. 1999. Listado florístico del Estado de Aguascalientes. *Scientiae Naturae* **1**:5-51.
- Goldsmith F.B., Harrison C.M. y Morton A.J. 1986. Description and analysis of vegetation. En: Moore P.D y Chapman S.B. Eds. *Methods in Plant Ecology*, pp. 437-515, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hartweg T. 1848. Notes of a visit to México, Guatemala, and Equatorial America, during the years 1836 to 1843, in search of plants and seeds for the Horticultural Society of London. *Horticultural Society of London Magazine* **3**:115-147.
- Herrera-Arrieta Y. y de la Cerda-Lemus M. 1995. *Muhlenbergia aguascalientensis* (Poaceae: Chloridoideae Eragrostideae), a New Species from Mexico. *Novon* **5**:278-280.
- Herrera-Arrieta Y. y Pámanes-García D.S. 2010. *Guía de los Pastos de Zacatecas*. Instituto Politécnico Nacional/CoMISIÓN Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Zacatecas.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] 1973. Cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:50,000. DGG. México, D.F.
- INEGI 1981. Síntesis geográfica del estado de Aguascalientes. Secretaría de Programación y Presupuesto, México D.F.
- INEGI 1996. Cartografía de uso de suelo y vegetación escala 1:1000 000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI 2001. Conjunto nacional de uso del suelo y vegetación serie I, escala 1:250,000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI 2002. Conjunto nacional de uso del suelo y vegetación, serie II, escala 1:250 000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI 2005a. Conjunto nacional de uso del suelo y vegetación, serie III, escala 1:250 000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI 2007. Modelo de elevación de México, escala 1:250 000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI 2009. Guía para la Interpretación de Cartografía. Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI 2010. Conjunto nacional de uso del suelo y vegetación, serie IV, escala 1:250 000. DGG, Aguascalientes, México.
- INEGI Sin fecha. Geología de la República Mexicana. DGG. Aguascalientes, México.
- Leopold A.S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology* **31**:507-518.
- Lindenmayer D.B. y Possingham H.P. 1996. Modelling the inter-relationships between habitat patchiness, dispersal capability and metapopulation persistence of the endangered species, leadbeater's possum, in south-eastern Australia. *Landscape Ecology* **11**:79-105.
- Macías-Flores M.C., de la Cerda-Lemus M. y Téllez-Velazco A.A. 2005. La familia Orchidaceae en el estado de Aguascalientes. *Scientiae Naturae* **7**:21-68.
- Martens M.M. y Galeotti H. 1842. Mémoire sur les fougères du Mexique, et considérations sur la géographie de cette contrée. *Nouveaux memoires de l'Academie des Sciences de Bruxelles* **15**:1-100.
- Metzger J.P. 2008. Landscape Ecology: perspectives based on the 2007 IALE world congress. *Landscape Ecology* **23**:501-504.
- Metzger J.P. y Muller E. 1996. Characterizing the complexity of landscape boundaries by remote sensing. *Landscape Ecology* **11**:65-77.
- Minnich R., Sosa-Ramírez J., Franco-Vizcaino E., Barry J. y Siqueiros M.E. 1994. Reconocimiento preliminar de la vegetación y de los impactos de las actividades humanas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia* **12**:23-29.
- Miranda F. y Hernández-X E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**:28-179.
- Moreno-Flores A.C. y de la Cerda-Lemus M.E. 2010. La familia *Cruciferae* en el estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia* **49**:12-19.

Recibido:
2 de diciembre de 2014

Aceptado:
12 de febrero de 2015

- Richards P.W., Tansley A.G. y Watt A.S. 1940. The recording of structure, life form, and flora of tropical forest communities as a basis for their classification. *Journal of Ecology* **28**:224-239.
- Rodríguez-Ávalos J.A., Siqueiros-Delgado M.E., Cortés-Ortiz A., Zamudio-Ruiz S., Martínez-Ramírez J. y Sierra-Muñoz J.C. 2013. Elementos florísticos de interés para conservación, presentes en los bosques húmedos de la Sierra del Laurel y la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **19**:435-457.
- Rodríguez-Ávalos J.A. 2014. Análisis espacial de la vegetación de Aguascalientes. Distribución geográfica y descripción de las comunidades vegetales naturales de Aguascalientes. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. 295 pp.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Rzedowski J. y McVaugh R. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions of University of Michigan Herbarium* **9**:1-123
- Rzedowski J. y McVaugh R. 1972. Nota sobre la flora del NE del estado de Aguascalientes (México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* **19**:31-43.
- Seemann B. 1852-1857. *The Botany of the Voyage of H.M.S. Herald Under the command of Captain Henry Kellett, R.N., C.B. During the Years 1845-51*. Lovell Reeve. Londres.
- Shao G. y Wu J. 2008. On the accuracy of landscape pattern analysis using remote sensing data. *Landscape Ecology* **23**:505-511.
- Sierra-Muñoz J.C. 2014. Revisión taxonómica de la familia Solanaceae Juss. en el estado de Aguascalientes, México. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes. 307 pp.
- Sierra-Muñoz J.C., Siqueiros-Delgado M.E., Flores-Ancira E., Moreno-Rico O. y Arredondo-Figueroa J.L. 2015. Riqueza y distribución de la familia Solanaceae en el estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences* **93**:97-117.
- Siqueiros-Delgado M.E. 1989. *Contribución a la Flora Acuática y Subacuática de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- Siqueiros-Delgado M.E. 1996a. New Leguminose records from Aguascalientes, México. *Phytologia* **80**:108-114.
- Siqueiros-Delgado M.E. 1996b. *Leguminosas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- Siqueiros-Delgado M.E. 1999. *Coníferas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- Siqueiros-Delgado M.E. y González-Adame G. 2002. Checklist of the Pteridophytes of Aguascalientes, México. *Aliso* **21**:45-53.
- Siqueiros-Delgado M.E. y González-Adame G. 2006. *Helechos y Plantas Afines de Aguascalientes*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes.
- Siqueiros-Delgado M.E., García-Regalado G., Macías-Flores C. y Rosales-Carrillo O. 2011. *Malvales del Estado de Aguascalientes: Bombacaceae, Cistaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Siqueiros M.E. 1992. Algunos comentarios sobre la vegetación de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia* **5**:23-29.