

# Sistemas naturales

*Joaquín Sosa Ramírez*

*Víctor Manuel Martínez Calderón*

*Fabián Alejandro Rubalcava Castillo*

## Resumen

El estado de Aguascalientes presenta en su territorio tres provincias biogeográficas: Altiplano sur, Sierra Madre Occidental y Costa del Pacífico, razón por la cual presenta una diversidad biológica relativamente alta. El promedio de precipitación pluvial anual es de 520 mm. Al interior del territorio estatal se identifican seis cuencas hidrológicas: río San Pedro, presa Calles, presa El Niágara, presa Ajocucar, río Encarnación y río Juchipila, además se localizan cinco acuíferos subterráneos: Valle de Aguascalientes, Valle de Chicalote, El Llano, Venadero y Valle de Calvillo. En la actualidad, el estado cuenta con nueve Áreas Naturales Protegidas: dos municipales, cuatro estatales, dos estatales-federales y una federal. La diversidad de especies de plantas en Aguascalientes es amplia con aproximadamente 1854 especies, repartidas en diversos grupos como son las briofitas,

pteridofitas, gimnospermas y angiospermas. Así bien, se tienen registradas especies de los cinco grupos de vertebrados existentes: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; así como el grupo de insectos y arácnidos que también pertenecen al gremio de la fauna silvestre. En total se cuentan con 614 especies de insectos, 29 arácnidos, 19 peces, 21 anfibios, 69 reptiles, 240 aves y 86 mamíferos. Se recomienda que el principal objetivo debe ser alcanzar la seguridad hídrica a través de la gestión eficiente, tanto del espacio físico como del espacio hidro-social de las seis cuencas hidrográficas que se tienen en el estado. Asimismo, es necesario trabajar con mayor eficiencia en la conservación de las áreas naturales con el fin de proteger los ecosistemas con todos sus componentes y generar corredores biológicos que permitan conservar tanto la diversidad biológica como los servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar humano como la regulación del clima, la captura de carbono, la producción de oxígeno, la recarga de los acuíferos subterráneos entre muchos otros.

## **Introducción**

El estado de Aguascalientes tiene una superficie de 5,680 kilómetros cuadrados y presenta en su territorio tres provincias biogeográficas: Altiplano Sur (pbas), donde dominan los climas semiáridos y la vegetación dominante está compuesta por matorrales xerófilos; Sierra Madre Occidental (pbsmo), de clima templado subhúmedo, está cubierta por bosques templados de coníferas y encinos y Costa del Pacífico (pbcp), donde predominan los climas cálidos subhúmedos y la vegetación típica está constituida por selvas caducifolias (Espinosa *et al.*, 2008).

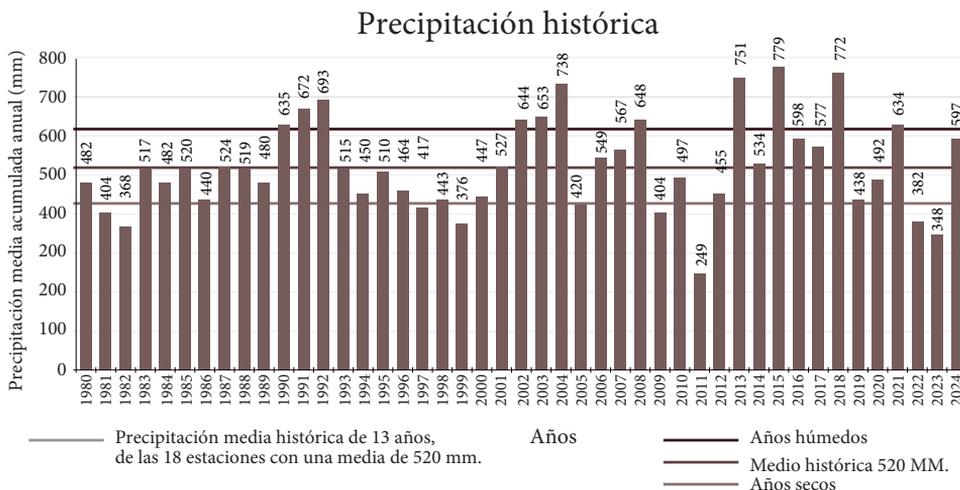
## Ciclo del agua

Uno de los principales factores que marcan la diferencia entre las tres provincias biogeográficas es el clima, en particular la precipitación pluvial.

El promedio de precipitación pluvial anual en el estado de Aguascalientes es de 520 mm, los años húmedos superan los 620 mm y los años secos no rebasan los 430 mm. En los últimos 22 años, del 2002 al 2024, se han presentado siete años húmedos (2002, 2003, 2004, 2008, 2013, 2015 y 2018), cinco años secos (2005, 2009, 2011, 2022 y 2023) y diez años en los cuales las lluvias están por encima de los 430 mm y por debajo de los 620 mm (Gráfica 1).

La lluvia se distribuye de manera diferente en el territorio del estado, así por ejemplo en la pbsmo, en la cuenca de la presa Calles, en el municipio de San José de Gracia, la precipitación pluvial promedio en un periodo de 20 años (1987-2006) fue de 627 mm, (Martín-Clemente, 2017) en cambio, al extremo sureste del estado, en la pbas, en la microcuenca Juan El Grande, del municipio de El Llano, la precipitación pluvial promedio fue de 485.7 mm (Comisión Nacional del Agua, Normales Climatológicas, Estación Palo Alto) y en la pbcp, en la estación presa de la Codorniz del Municipio de Calvillo, la precipitación pluvial promedio fue de 609.1 mm (Comisión Nacional del Agua, Estación presa de la Codorniz). Los meses con mayor precipitación en el año van de junio a octubre, la temporada de estiaje va del mes de noviembre al mes de abril. Por todo ello, concluimos diciendo que todo el territorio del estado, con sus tres provincias biogeográficas, se enmarca dentro de una zona semiárida, que se define como aquella en la que los valores de precipitación oscilan entre 300 a 700 mm anuales (Paz y Díaz, 2018).

Gráfica 1. Precipitación histórica.

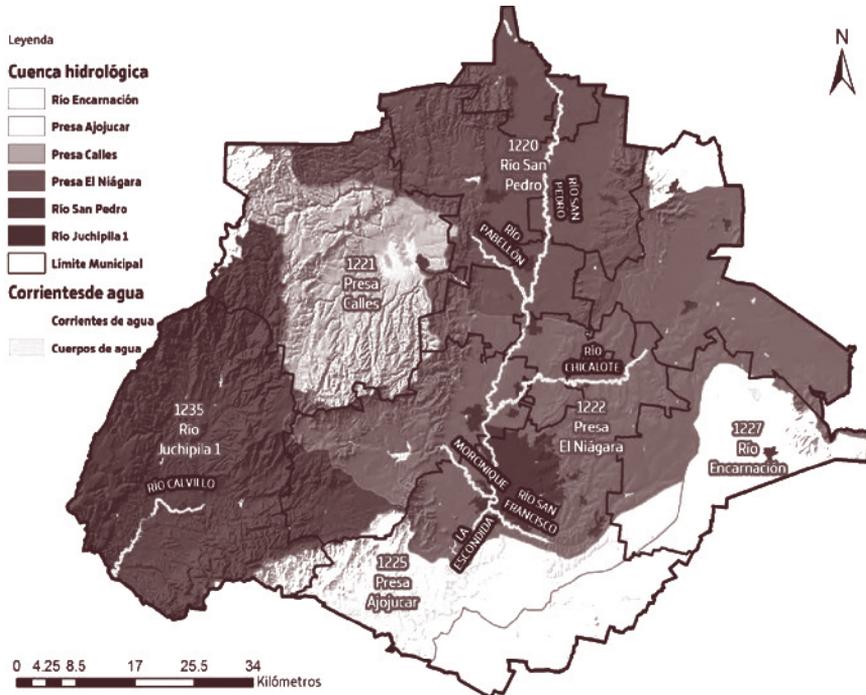


Fuente: Comisión Nacional del Agua (Observatorio Meteorológico Aguascalientes, 10 de octubre de 2024).

## Escurrimiento

Cuando el agua de lluvia cae y toca el territorio en el marco de una Cuenca Hidrográfica, alrededor del 88 a 90% se evapotranspira y un 10% a 12% moja el suelo y escurre a través de cárcavas, arroyos y ríos (Martín-Clemente, 2017 y Salvatore, 2023). La cuenca hidrográfica es un territorio, región o zona donde el agua de lluvia que cae escurre hacia un cauce común y posteriormente se acumula en las lagunas, presas y bordos. La mayor parte del territorio estatal pertenece a la gran cuenca del río Santiago y en menor proporción a la cuenca del río Juchipila. Al interior del territorio estatal se identifican seis cuencas hidrológicas: río San Pedro, presa Calles, presa El Niágara, presa Ajocucar, río Encarnación y río Juchipila (Mapa 1, INAGUA, 2021).

Mapa 1. Cuencas hidrológicas en el estado de Aguascalientes.



Fuente: Plan Hídrico Estatal 2021-2050.

## Infiltración

Una parte del agua que escurre y se deposita en áreas cóncavas del territorio, en presas y bordos, se infiltra a los acuíferos subterráneos, en el territorio estatal se localizan cinco acuíferos subterráneos: Valle de Aguascalientes, Valle de Chicalote, El Llano, Venadero y Valle de Calvillo.

Las tasas de recarga de aguas subterráneas son mayores en la parte norte y centro del valle (Municipio de Tepezalá). La mayor altura de recarga que se tiene registrada es de 52.5 mm/año. Las partes que cuentan con muy poca recarga son los extremos norte y sur del valle, así como la zona de la ciudad de Aguascalientes, donde es mucho mayor la descarga o la extracción que la

recarga del acuífero, presentando un valor mínimo de 0.09 mm/año, lo que indica un déficit en la recarga (Guerrero, 2016).

## Vegetación

En el estado de Aguascalientes se presentan principalmente cuatro grandes tipos de vegetación, acorde a la composición florística de especies y a las condiciones climáticas, geológicas, topográficas y edáficas de la provincia biogeográfica donde se encuentran. Los principales tipos de vegetación incluyen; vegetación templada, vegetación subtropical, vegetación árida y vegetación hidrófila (Siqueiros-Delgado *et al.*, 2016).

La vegetación templada es la que presenta la mayor distribución dentro del estado de Aguascalientes, cubriendo el 30.48 % de la superficie del estado, lo que representa un total de 171,337.85 hectáreas. Se distribuye principalmente en las partes altas de las zonas montañosas del estado de Aguascalientes. En este primer grupo de vegetación se encuentran; Bosques de encino, dominados principalmente por especies del género *Quercus* (*Quercus potosina*, *Q. eduardii*, *Q. grisea*, *Q. rugosa* entre otras especies), en 67,156.91 hectáreas. Bosques de coníferas, dominados por especies de pinos (*Pinus teocote*, *Pinus leiophylla*, *Pinus devoniana*, etc.) y táscate (*Juniperus sp.*) en 3,991.85 hectáreas. Bosques mixtos, en los cuales se presentan tanto especies de encino (*Quercus sp.*) como de coníferas (*Pinus sp* y *Juniperus sp.*) estos bosques cubren un total de 20,481.65 hectáreas matorral templado, en el cual se presentan especies arbustivas como la manzanita (*Arctostaphylos pungens*), este cubre aproximadamente 40,225.5 hectáreas. Pastizal templado, dominado por especies de pastos adaptados a las zonas frías y de mayor altitud, con especies de los géneros *Muhlenbergia spp* y *Bouteloua spp*, este cubre alrededor de 39,481.94 hectáreas.

La vegetación árida ocupa más o menos el 21.52% de la superficie total de Aguascalientes, representando un total 120,899.03 hectáreas. Se distribuye mayormente en las planicies centrales y está formada por comunidades de mezquitales, matorrales y pastizales.

Matorral xerófilo, dominado por especies como el mezquite (*Prosopis laevigata*), el huizache (*Acacia schaffneri*, *A. farmsiana*), nopales (*Opuntia spp.*) entre diversas especies arbustivas, representando alrededor de 66,965.91 hectáreas y Pastizal desértico, integrado principalmente por especies de pastos

como *Bouteloua chondrosioides* e individuos aislados de huizache ocupando una superficie de 53,933.12 hectáreas.

La vegetación subtropical, la cual cubre el 6.58% del estado, representa alrededor de 37,038.41 hectáreas. Esta se encuentra principalmente en el suroeste de Aguascalientes en el municipio de Calvillo, está constituida por especies adaptadas a climas cálidos. Está integrada por; el bosque tropical bajo caducifolio en el cual se presentan especies como *Lysiloma spp.*, *Leucaena spp.* y *Myrtillocactus geometrizans*, encontrándose en 17,894.13 hectáreas y matorral subtropical en el cual se encuentran especies como *Ipomoea murucooides*, *Manihot caudata* y *Bursera fagaroides*, cubre alrededor de 19,144.28 hectáreas.

La vegetación hidrófila es la menos representada en Aguascalientes, cubre alrededor del 0.37 % del estado, 2,062.77 hectáreas totales. Se encuentra principalmente en causes de río, cuerpos temporales de agua y zonas inundables. Incluye el bosque de Galería, el cual está dominado por especies como el sabino o ahuehuate (*Taxodium mucronatum*), sauces (*Salix bonplandiana*) y álamos (*Populus spp*) ocupando alrededor de 1,972.82 ha. Tular dominado por una especie *Typha domingensis* en solo 89.95 hectáreas y Vegetación acuática y subacuática en zonas muy reducidas y dominadas por especies adaptadas a vivir bajo el agua como *Nymphoides fallax* entre otras especies (Mapa 2).

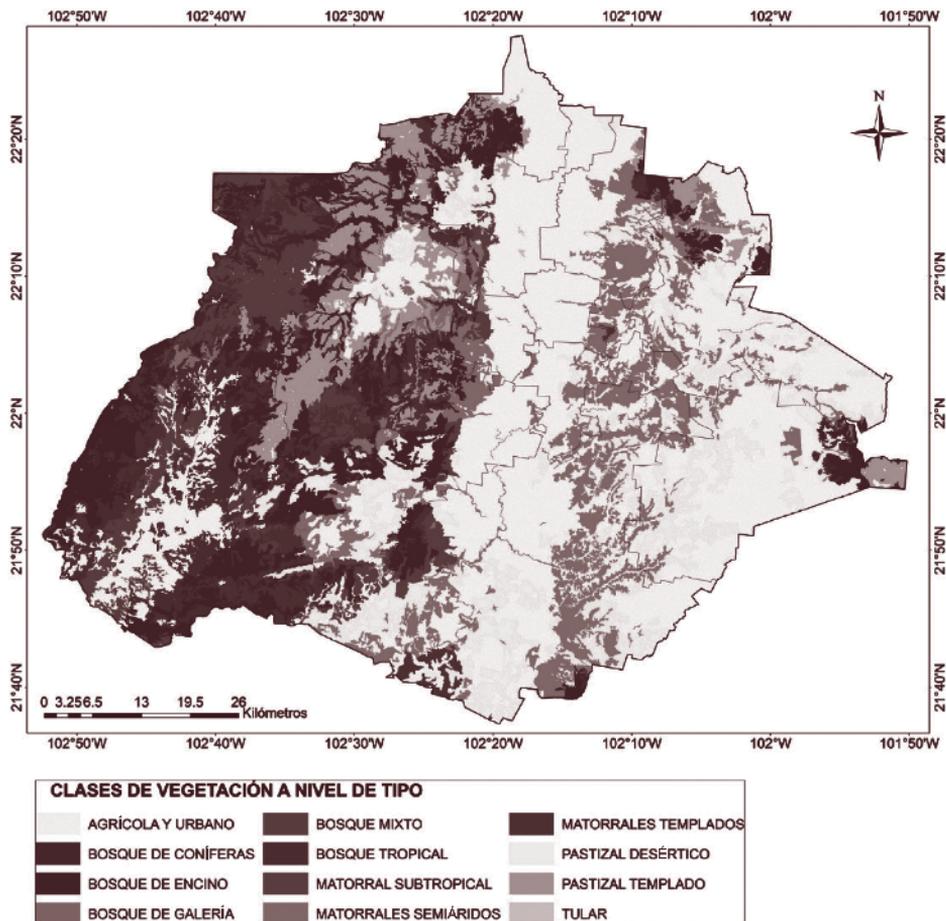
## Diversidad de especies vegetales

La diversidad de especies de plantas en Aguascalientes es amplia con aproximadamente 1854 especies, repartidas en diversos grupos como son las briofitas, pteridofitas, gimnospermas y angiospermas. Además de los grupos de hongos y líquenes.

Las briofitas engloban tres principales subgrupos, musgos, hepáticas y antoceros. Es un grupo muy poco estudiado y sólo se conocen 45 especies de musgos para el estado de Aguascalientes (Delgadillo-Moya *et al.*, 2015). Las pteridofitas presentan plantas con reproducción por esporas como los helechos, para este grupo se mencionan 79 especies, siendo la familia pteridacea la que presenta mayor riqueza con 48 especies. Las gimnospermas están representadas principalmente por coníferas de la familia pinaceae y cupressaceae (Siqueiros-Delgado *et al.*, 2017b). En este grupo se encuentran los pinos más comunes de Aguascalientes como son *Pinus teocote* y *P. leiophylla*, así como el táscate *Juniperus deppeana*. El grupo de las angiospermas representa la mayor parte de las especies de

plantas vasculares en el estado de Aguascalientes, con aproximadamente 1,714 especies, aunque es seguro que el número de especies es mayor y faltan organismos por ser encontrados. Entre las familias más abundantes se encuentra asteraceae con aproximadamente 302 especies y gramineae con 188 especies.

Mapa 2. Tipos de vegetación presentes en el estado de Aguascalientes.



Fuente: Siqueiros-Delgado *et al.* (2016).

En los organismos conformados por hongos, encontramos los líquenes, los cuales se mencionan 218 especies (Miguel-Vázquez *et al.*, 2022; Simijaca *et al.*, 2023), este número podría aumentar conforme se sigan realizando investigaciones. En relación con los hongos, propiamente dichos, no se tiene aún un número determinado de especies, por lo cual solo se tienen estimados 544 géneros, repartidos en 54 familias (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies de plantas y organismos conformados por hongos. ND= no determinado.

	<i>Familias</i>	<i>Géneros</i>	<i>Especies</i>	<i>Familias con más especies</i>
<b>Plantas</b>				
Briofitas (únicamente musgos)	ND	ND	45	ND
Pteridofitas	16	38	79	Pteridaceae
Gimnospermas	3	5	16	Pinaceae
Angiospermas	133	693	1714	Asteraceae, Gramineae, Leguminosae, Cactaceae
<b>Hongos y líquenes</b>				
Hongos	54	544	ND	Polyporaceae, Tricholomataceae
Liquen	31	88	218	Parmeliaceae, Physciaceae

Fuentes: CONABIO, 2008; Delgadillo-Moya *et al.*, Miguel-Vázquez *et al.*, 2022; Simijaca *et al.*, 2023; Siqueiros-Delgado *et al.*, 2017b; Siqueiros-Delgado *et al.*, 2022.

## Los servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, sean estos económicos o culturales. (Balvanera, 2012; Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. Ecosistemas, 21, 136-147). La vegetación brinda servicios ecosistémicos importantes a la población, entre los cuales se pueden mencionar 1) de aprovisionamiento, entre otros se tienen los alimentos, medicinas, materias primas y agua potable; 2) de regulación, se incluye la regulación de la calidad del aire, regulación del clima

y purificación del agua, la reducción de la erosión, la polinización y el control de plagas y enfermedades, así como la moderación de los eventos naturales extremos; 3) de soporte, se incluyen los procesos ecológicos básicos que mantienen al ecosistema, como los ciclos del agua y de los nutrientes, la fotosíntesis y generación de suelo; 4) los culturales, aquí se incluyen los valores espirituales y religiosos, valor estético del paisaje, recreación y ecoturismo, salud mental y física, entre otros (Balvanera, 2012; Rey Benayas *et al.*, 2009).

En el estado de Aguascalientes se destacan estos servicios ecosistémicos que brindan los diferentes sistemas ecológicos, ejemplo de ellos es el cultural, en el cual la población suele visitar con bastante frecuencia sitios de bosques de encino presentes en la Sierra Fría y Sierra del Laurel a manera de ecoturismo, dejando ganancias económicas a los pobladores de estas áreas naturales o pueblos cercanos, como es el caso de La Congoja. Otro ejemplo claro de este servicio cultural es el monumento natural Cerro del Muerto, en el cual se presenta vegetación árida y bosques de encino en las partes altas. En esta Área Natural Protegida (ANP), ingresan diariamente personas que buscan actividades deportivas al aire libre, de recreación y de inspiración espiritual, dejando también una derrama económica. Así mismo se pueden mencionar diversas áreas ligadas a la belleza de los ecosistemas que brindan los mismos servicios de recreación, espirituales y económicos a la población. Por mencionar algunos otros: El Sabinal, La Pona, Cerro Juan el Grande, Barranca de Santiago y Garabato, Cerro de los Gallos, Túnel de Potrerillos, Cerro de Altamira, entre otros.

Entre otros servicios ecosistémicos brindados por los ecosistemas y que son de vital importancia se tienen, la captación de agua y regulación de la temperatura. La captación de agua se lleva en gran parte en zonas boscosas como es la Sierra Fría, que surte de agua a la presa Calles y con ella se da abasto al distrito de riego 001, permitiendo la producción agrícola en gran parte del Valle de Aguascalientes, además de la infiltración de agua al subsuelo (Martín-Clemente *et al.*, 2015), Lo anterior es de suma importancia conociendo la problemática actual del estado con respecto al recurso hídrico. La regulación de la temperatura es también un tema relevante contemplando el cambio climático actual, siendo las zonas de vegetación natural importantes reguladores del clima, evitando cambios drásticos de temperaturas y ayudando a la captura de contaminantes como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (Balvanera, 2012).

## Fauna silvestre

Dentro del territorio estatal se cuenta con el 8.3% de la diversidad de vertebrados registrada para México. Los vertebrados mejor representados son: aves con 21.7%, mamíferos con 14.7% y reptiles con 7.5%, de las especies registradas en el país. El estado se encuentra posicionado dentro de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, razón por la cual, presenta una diversidad biológica relativamente alta que incluye elementos afines a estas dos regiones biogeográficas que confluyen en el territorio. Hasta el momento, en el estado se tienen registradas 4,005 especies de diferentes grupos biológicos, dentro de los cuales se incluyen especies de los cinco grupos de vertebrados existentes: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; así como el grupo de insectos y arácnidos que también pertenecen al gremio de la fauna silvestre (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio ECUSBEA, 2010; Chávez-Andrade *et al.*, 2015) (Tabla 2). No obstante, en años recientes se han publicado diversos estudios que han permitido incrementar el registro de nuevas especies en cada grupo biológico dentro de la entidad, por lo que es fundamental realizar nuevamente una búsqueda y compilación exhaustiva de recientes estudios para mantener actualizada la diversidad del estado.

Los estudios sobre los artrópodos en el estado han avanzado en los años recientes; sin embargo, aún no se ha estudiado la totalidad de las 32 órdenes de insectos registradas ni los demás grupos de artrópodos como el caso de los arácnidos (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021). De los invertebrados artrópodos, los insectos presentan la mayor diversidad con aproximadamente 614 especies registradas, pertenecientes a 16 órdenes (Escoto *et al.*, 2021; Escoto-Rocha y Delgado-Saldívar 2008; Márquez *et al.*, 2022; Reyes-Hernández *et al.*, 2018). Los grupos que se han referenciado en algunos casos son estudios base principalmente realizados por el departamento de Biología de la UAA que dieron inicio al conocimiento de la entomofauna del estado, por lo que se sigue sin ser un conocimiento exhaustivo, por ello es necesario continuar realizando estudios que nos permitan conocer el estado de conservación, ecología y demás aspectos de la entomofauna de la entidad.

La ictiofauna estatal no presenta una riqueza alta y muestra un grado bajo de endemismos. En función de la amplia zona de transición entre provincias fisiográficas, regiones y provincias biogeográficas en la que se encuentra

el estado, existe un gran número de zonas bióticas distintas en la entidad lo que permite a su vez, tener registradas 19 especies de peces, distribuidas en 16 géneros y ocho familias (Martínez-Martínez y Rojas-Pinedo, 2008; ECUSBEA, 2010). Carbajal, y Quintero (2016) reportan 21 especies de anfibios y 69 especies de reptiles para el estado. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, en Aguascalientes están presentes cinco especies de anfibios en alguna categoría de riesgo: *Lithobates montezumae* y *Ambystoma tigrinum* están como “sujetas a protección especial”, mientras que *Smilisca dentata*, *L. neovolcanicus* y *Pseudoeurycea bellii* están como “amenazadas” (ECUSBEA, 2010).

Tabla 2. Número de especies registradas en el estado de Aguascalientes de acuerdo con los diferentes grupos biológicos.

<i>Grupo especies</i>	<i>Riqueza de especies</i>
Fitoplancton	83
Protozoos	54
Cladóceros	45
Copépodos	33
Rotíferos	96
Hongos	544 (géneros)
Líquenes	218
Briofitas	45
Pteridofitas	79
Gimnospermas	16
Angiospermas	1714
Insectos	614
Arácnidos	29
Peces	19
Anfibios	21
Reptiles	69
Aves	240
Mamíferos	86
<b>Total</b>	<b>4,005</b>

Fuentes: De la Riva-Hernández y Franco-Ruiz Esparza, 2008; Martínez-Martínez y Rojas-Pinedo, 2008; ECUSBEA, 2010; Chávez-Andrade *et al.*, 2015; Carbajal-Márquez y Quintero-Díaz, 2016; CONABIO, 2021.

La diversidad de aves en el estado no es homogénea debido a la vegetación, el clima, la topografía y las estaciones del año. Los estudios realizados toman en cuenta estos factores y otros aspectos como la vegetación y el clima, de tal manera que los conocimientos que se han generado de la avifauna son de áreas muy específicas de Aguascalientes, como: Sierra El Pinal, Sierra del Laurel, serranía El Muerto, zona Semiárida, río Gil, Estación Biológica Agua Zarca y Sierra Fría. Hasta el momento se conoce la existencia de 240 especies, distribuidas en 18 órdenes, 52 familias, 29 subfamilias y 172 géneros (De la Riva-Hernández y Franco-Ruiz, 2008).

Con respecto a los mamíferos, en el estado se reportan 86 especies. El orden con mayor número de especies es Rodentia que está compuesto principalmente por ratones, ardillas y musarañas, seguido por Chiroptera, integrado por murciélagos; ambos incluyen el 71% de la mastofauna de la entidad. No hay especies endémicas en el estado, pero dos especies de murciélagos, seis de roedores y un carnívoro son endémicas de México. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la musaraña (*Notiosorex crawfordi*), el tejón (*Taxidea taxus*) y tres murciélagos (*Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris nivalis* y *L. yerbabuena*) están en la categoría de Amenazada y *Leopardus pardalis* (ocelote) se encuentra en la categoría de en Peligro de extinción (Chávez-Andrade *et al.*, 2015) (Tabla 3).

Tabla 3. Grupos de vertebrados reportados para el estado de Aguascalientes catalogados por la NOM-059-SEMARNAT.

Grupo	Pr	A	P	E	Total especies	Especies en la NOM-059
Peces		1			19	1
Anfibios	2	3			21	5
Reptiles	18	9			69	27
Aves	10	5	1		240	16
Mamíferos		5	1		86	6
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>435</b>	<b>55</b>

Pr = sujeta a protección especial, A = amenazada, P = en peligro de extinción, E = probablemente extinta del medio silvestre.

## La importancia de la fauna silvestre

La fauna silvestre forma parte del paisaje natural y desempeña diferentes roles para el mantenimiento de los ecosistemas, lo que le da un valor ecológico. Todas las especies interactúan unas con otras según su función específica o nicho ecológico (Ojasti, 2000). Es indudable que los polinizadores, dispersores o depredadores de semillas y muchos otros animales son de vital importancia para el buen funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas. Es posible que el valor ecológico de muchos animales se manifieste como consecuencia de su desaparición (Fittkau, 1976).

Uno de los principales mecanismos de recuperación que tienen los ecosistemas es a través de los sistemas de dispersión de semillas que son una parte esencial en la distribución natural de las especies vegetales, en la movilización y el intercambio de material genético dentro y fuera de las poblaciones (Rocas, 1982). La dispersión de semillas en numerosas especies de plantas se alcanza con el proceso de endozoocoria en el que las plantas producen los frutos carnosos nutritivos que son consumidos por los animales y que, más adelante, defecan las semillas (Cypher y Cypher, 1999), por lo que puede argumentarse que la dispersión de semillas por los animales es un servicio ecosistémico que brinda la fauna. De esta manera, el vertebrado frugívoro representa el comienzo de la dispersión primaria para los propágulos de muchas plantas (Montiel, 2000).

La fauna silvestre tiene un rol de gran importancia en la recuperación de los ecosistemas mediante este proceso de dispersión. Debido a la relevancia del servicio que prestan los animales, recientemente se han realizado trabajos que comprueban la importancia de los mamíferos en la recuperación de los bosques del ANP Sierra Fría del estado de Aguascalientes. Los mamíferos omnívoros: zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y coati (*Nasua narica*) son legítimos dispersores de especies forestales en bosques de la Sierra Fría; además se comprobó que el gato montés (*Lynx rufus*) depredador estrictamente carnívoro también dispersa semillas de *Juniperus deppeana*, lo cual demostró que los animales depredadores también forman parte importante de la recuperación de los ecosistemas (Rubalcava-Castillo *et al.*, 2020; Rubalcava-Castillo *et al.*, 2021).

La evidencia reciente en los bosques de la Sierra Fría nos muestra que es fundamental promover la preservación y conservación de la fauna silvestre al ser parte primordial del proceso de regeneración de los ecosistemas al dispersar

las semillas en el paisaje. En consecuencia, debe de ser prioridad la preservación de todos los ecosistemas naturales del estado a través del manejo multifuncional del territorio, ya que son el hábitat de la fauna silvestre.

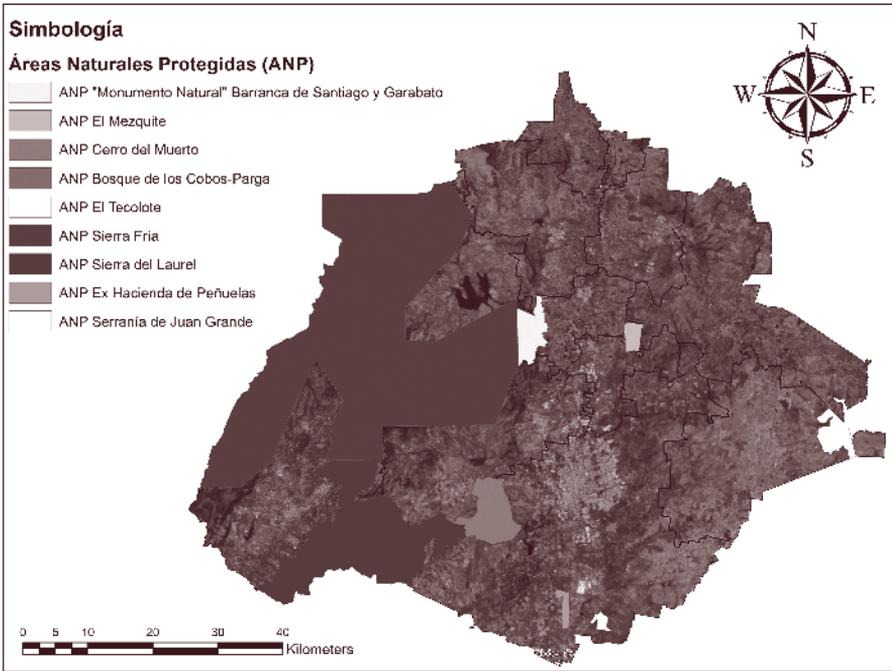
## **Áreas Naturales Protegidas y biodiversidad del estado**

Las Áreas Naturales Protegidas tiene una gran importancia dentro del territorio por su función de preservar los ecosistemas y que, a su vez, estos ecosistemas nos proveen de servicios ecosistémicos que, como se ha mencionado, son vitales para el sustento del ser humano y el medio ambiente, entre algunos servicios se encuentran: regulación de los ciclos biogeoquímicos, generación de bancos de germoplasma, captación y filtración del agua, la captura de carbono, la producción y regulación de oxígeno, entre otros. Cada ANP es única por su combinación de características biológicas, ecosistémicas y culturales.

Dentro de nuestro territorio estatal se cuenta con nueve Áreas Naturales Protegidas (ANP) (Mapa 5).

Tres de las áreas, están inscritas en el registro nacional de ANP de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), con sus decretos actualizados: 1) la Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego 001 Pabellón, cuyo polígono abarca parte de la Sierra Fría con una superficie de 97,699 ha; 2) la Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego 043, cuyo polígono abarca parte de la Sierra Fría y la Sierra del Laurel con una superficie de 139,010 ha; y 3) el Área de protección del Águila real del Ejido Palo Alto, municipio de El Llano, con una superficie de 2, 589 ha. Sin embargo, la Sierra Fría, Sierra del Laurel y el Cerro del Muerto han sido declaradas Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal con la finalidad de establecer y consolidar el mayor corredor biológico del estado. Así mismo, se cuentan con otras seis áreas de diferente competencia que permiten tener un resguardo y conservación para el ecosistema, la flora y la fauna (Tabla 4).

Mapa 3. Áreas Naturales Protegidas del estado de Aguascalientes.



Fuente: Declaratoria del Área Natural Protegida Cerro del Muerto, 2008; Lozano Román, 2015; Declaratoria del Área Natural Protegida Sierra del Laurel, 2016; Declaratoria del Área Natural Protegida El Tecolote, 2018; Declaratoria del Área Natural Protegida de competencia municipal “Cobos”, 2019; Declaratoria del Área Natural Protegida Municipal Barranca de Santiago y Garabato, 2021; Declaratoria del Área Natural Protegida Sierra Fría, 2022; Declaratoria del Área Natural Protegida Ex Hacienda de Peñuelas, 2022.

Dentro de las áreas naturales en el estado se presentan volúmenes muy bajos de extracción de recursos forestales no maderables. A nivel nacional, Aguascalientes ocupa el último lugar en extracción con 0-1/km<sup>2</sup>/kg/año, considerando entre estos recursos: las resinas, fibras, gomas, ceras y rizomas. Lo anterior debido a que es uno de los estados con menor superficie en el país y a su vez, por la baja población rural que no acostumbra extraer dichos productos (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021).

Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas (APN) municipales, estatales y federales del estado de Aguascalientes.

<i>Área Natural Protegida</i>	<i>Área decretada</i>	<i>Categoría</i>	<i>Competencia</i>
Barranca de Santiago y Garabato	3,203.24 ha	Monumento natural	Municipal (Pabellón de Arteaga)
El Mezquite	1,058.75 ha	Refugio de Flora y fauna municipal	Municipal (Pabellón de Arteaga)
Cerro del Muerto	5,862.034 ha	Monumento natural	Estatal
Bosque de los Cobos-Parga	1,76.660 ha	Gestión de hábitat de especies	Estatal
El Tecolote	513.329 ha	Gestión de hábitat de especies	Estatal
Sierra Fría	107,055.160 ha	Área silvestre	Estatal/Federal
Sierra del Laurel	29,851.842 ha	Área silvestre	Estatal/Federal
Ex Hacienda de Peñuelas	347.600 ha	Gestión de hábitat de especies	Estatal
Serranía de Juan Grande	2,589 ha	Área de protección del Águila Real	Federal

Fuente: Declaratoria del ANP Cerro del Muerto, 2008; Lozano Román, 2015; Declaratoria del ANP Sierra del Laurel, 2016; Declaratoria del ANP El Tecolote, 2018; Declaratoria del ANP de competencia municipal “Cobos”, 2019; Declaratoria del ANP Municipal Barranca de Santiago y Garabato, 2021; Declaratoria del ANP Sierra Fría, 2022; Declaratoria del ANP Ex Hacienda de Peñuelas, 2022.

Por otra parte, desde 1995 en Aguascalientes se han registrado y consolidado un total de 43 unidades de manejo ambiental (UMA), de las cuales, 55.8% (24) son intensivas y 44.2% (19) son extensivas. Particularmente, el 93.6% (42) de las UMA realizan actividades de aprovechamiento de especies animales, y solo el 2.3% (una UMA) realiza el aprovechamiento de flora silvestre, el restante 4.0% se enfoca a la conservación de especies silvestres y educación ambiental. Las principales especies de fauna bajo aprovechamiento son: venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*), venado cola blanca (*O. virginianus couesi*), puma (*Puma concolor*), jabalí de collar (*Pecari tajacu*), coyote (*Canis latrans*), ciervo rojo (*Cervus elaphus*), guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), avestruz (*Struthio camelus*) y pavo real (*Pavo cristatus*). Se incluyen

también dentro del aprovechamiento, pero en menor proporción: el gato montés (*L. rufus*), la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), la paloma huilota (*Z. macroura*) y el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021).

Recientemente, se han propuesto las Áreas Prioritarias para la Conservación que integra un total de 105,027.4 ha, de ellas, 39,027.445 ha están destinadas para la protección de la biodiversidad, que representan el 6.9% del territorio. Esta propuesta incluye importantes áreas de todas las unidades de paisaje, incluidos, todos los tipos y subtipos de vegetación sin protección, así como aquellos con coberturas bajas como el mezquital y el matorral inerme. El bosque de galería se conserva casi en su totalidad debido a su importante función de corredor biológico entre las distintas unidades de paisaje. Con esta propuesta se pretende proteger a todas las especies vegetales y hábitat de animales que los especialistas consultados consideraron en riesgo. Así también, se propone la protección de poco más de 66,000 ha con valor muy alto para la recarga del acuífero, evitando el cambio en el uso del suelo, ya que estas son predominantemente agrícolas (Secretaría Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua, SSMAA, 2020).

## Recomendaciones

### Seguridad hídrica

En relación con el agua, se recomienda que el principal objetivo debe ser alcanzar la seguridad hídrica a través de la gestión eficiente, tanto del espacio físico como del espacio hidro-social de las seis cuencas hidrográficas que se tienen en el estado. La seguridad hídrica incluye cinco aspectos: disponibilidad de agua para uso humano, necesidades de los ecosistemas, riesgos hidroclicmáticos, desarrollo social y económico y las relaciones agua-sociedad (Cook & Bakker, 2012; Grey & Sadoff, 2007; Jepson *et al.* 2017; Mason & Calow, 2012; Peña, 2016; Salvatore, 2023).

Se recomienda que las acciones encaminadas a lograr la seguridad hídrica de los habitantes de Aguascalientes se basen en dos pilares fundamentales. El primero, un ejercicio de representación social genuino y sostenido en donde se

garantice la aportación de personas informadas que enriquezcan la perspectiva del problema a atender; segundo, la creación de un sistema de información digital actual de inteligencia artificial y de alta calidad que permita un análisis y un monitoreo adecuado para la mejor toma de decisiones, al cual dependiendo de la procedencia y nivel se podrá tener acceso. Con estos dos pilares se garantiza la base de la cual los involucrados puedan sustentar cualquier esfuerzo en la consecución o mejora de la seguridad hídrica del estado.

## Amenazas y prioridades de conservación

Es necesario trabajar con mayor eficiencia en la conservación de las áreas naturales con el fin de proteger los ecosistemas con todos sus componentes (cinco reinos: monera, protista, fungi, plantas y animales) y con ello mantener los beneficios que obtenemos de la naturaleza.

La vegetación de la provincia del altiplano sur presenta un peligro en cuanto a su conservación, esto debido a las múltiples amenazas de deforestación de estas zonas. Por la ubicación de este tipo de vegetación existe mucha susceptibilidad al cambio de uso del suelo, principalmente a suelos agrícolas y en la actualidad al uso urbano e industrial. Estas zonas se ubican principalmente en suelos ricos para la agricultura en el Valle de Aguascalientes y estratégicos para las zonas industriales y mineras, también por su cercanía con las zonas urbanas de la capital y cabeceras municipales (Siqueiros-Delgado *et al.*, 2016, 2017a). En cuestión de áreas de conservación, recientemente en el municipio de Pabellón de Arteaga se declararon dos áreas naturales protegidas que incluyen zonas de vegetación semiárida como es la Barranca de Santiago y Garabato y El Mezquite, asimismo en el municipio de Aguascalientes la exhacienda de Peñuelas (SSMAA 2022; Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes 2021). A pesar de que se han declarado zonas de protección no se incluye una conectividad entre ellas que permita la movilidad de la fauna y la flora nativa. Sería recomendable realizar futuros programas basados en la conectividad de las áreas naturales declaradas actualmente y un urgente programa de conservación dirigido a las zonas semiáridas, principalmente localizadas en la provincia biogeográfica del altiplano sur, como parte del desierto chihuahuense.

Otro tipo de vegetación que requiere ser protegida y es la que presenta la mayor amenaza para su conservación es la vegetación hidrófila. Esta vegetación se encuentra principalmente amenazada por el cambio climático y debido

a que los cuerpos de agua son cada vez menos frecuentes (Siqueiros-Delgado *et al.*, 2016). Los causes de los arroyos, presas y ríos se encuentran en malas condiciones ambientales debido a la contaminación. Todo lo anterior convierte a este tipo de vegetación en vulnerable. En este caso existen zonas mencionadas como prioritarias para la conservación que incluyen zonas de arroyos (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2009), pero no se han formalizado como Áreas Naturales Protegidas, por lo anterior hace falta dar el siguiente paso y hacer la declaratoria a bosque de galería como El Sabinal y llevar a cabo acciones para su cuidado y protección para de esta manera evitar la contaminación de los cuerpos de agua.

En el caso de la vegetación subtropical y templada, sus principales amenazas son las diferentes actividades agrícolas, silvícolas, ganaderas y turísticas llevadas a cabo y la fragmentación del hábitat (Díaz-Núñez *et al.*, 2016; Siqueiros-Delgado *et al.*, 2016; Sosa *et al.*, 2014 y 2020). En el caso de la vegetación subtropical, esta ha sufrido durante décadas anteriores un importante cambio de uso del suelo, de forestal a agrícola para la producción de guayaba principalmente en Calvillo, esto por su condición climática favorable en precipitación pluvial y temperatura más cálida (Siqueiros-Delgado *et al.*, 2016). Con reciente cese de actividades agrícolas y abandono de huertas se ha instalado matorral subtropical y si las condiciones son favorables puede llegar a ser un bosque tropical bajo caducifolio. En el caso del bosque templado su principal amenaza es la fragmentación de zonas grandes a predios cada vez más pequeños ocasionando un manejo distinto en cada predio (Sosa *et al.*, 2014 y 2020), lo anterior puede afectar a la regeneración del bosque por introducción de ganado o extracción y aprovechamiento de leña. Ambos tipos de vegetación se encuentran en zonas protegidas como son Sierra Fría y Sierra del Laurel siendo las principales áreas naturales protegidas del estado. Es recomendable llevar a cabo un manejo más eficiente de la zona, dada la subdivisión de los predios grandes en predios más pequeños, es recomendable consensuar un manejo similar, evitando cercados que impidan el paso a la fauna local que ayuda a la regeneración del bosque (Rubalcava-Castillo *et al.*, 2021), controlando el pastoreo excesivo de ganado y moderando la extracción de leña que pueda afectar el funcionamiento del ecosistema.

La principal problemática a la que se enfrenta la fauna y flora del estado es sin duda la fragmentación y pérdida de los sistemas ecológicos, ya que no se ha tenido una adecuada planeación territorial en función de los

asentamientos humanos. Es fundamental contemplar la conectividad de los diversos ecosistemas en toda la entidad a través del Manejo Multifuncional del Territorio, con ello, se generarían corredores biológicos en todo el Estado que permitirían la interconexión entre los diferentes hábitats; con ello, se tendrían mayores probabilidades de sustentar poblaciones de fauna y flora viables y procesos ecológicos (Laurance, 2004). La conectividad del paisaje es una función de las características medioambientales de un corredor y del comportamiento de las especies silvestres que pueden intentar utilizarlo (Merriam, 1984). Esta misma problemática se puede verificar en menor escala en el ANP Sierra Fría, ya que, las cercas o alambradas de malla de gran altura que se colocan para el confinamiento de las especies exóticas cinegéticas de las UMAs de la Sierra Fría fragmentan el hábitat, lo que ha traído por consecuencia la limitación de la movilidad de la fauna, interrumpiendo procesos evolutivos naturales de sus poblaciones y empobreciendo la belleza natural del paisaje (ECUSBEA, 2010).

En respuesta a esta problemática, además de las áreas naturales protegidas, se han propuesto diversas áreas prioritarias en el estado para la creación de un Sistema Estatal de Áreas Prioritarias. En esta propuesta se incluyeron un total de 39,027.44 ha, que significan el 6.9% del territorio, algunas muy pequeñas como el Puente de San Ignacio y otras muy grandes como el corredor Sierra Fría-Sierra del Laurel-Cerro del Muerto (SSMAA, 2020). El establecimiento y funcionamiento de las áreas naturales protegidas y de las áreas prioritarias para la conservación traerá grandes beneficios para la biodiversidad de la entidad, ya que al preservar y proponer más áreas es posible generar corredores biológicos que permitan conservar los hábitats de la fauna y estos a su vez proporcionar servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas y el escurrimiento e infiltración del agua para el mantenimiento de los ecosistemas naturales y la recarga de los acuíferos subterráneos.

Asimismo, esta problemática de la pérdida de hábitat, aunado a la introducción de especies exóticas de peces, el ámbito geográfico restringido y la especialización ecológica de las especies, han sido los principales factores de riesgo para las especies nativas de peces del estado, por lo que debe de implementarse la conservación de la ictiofauna nativa a través de la reproducción de peces en estanques para comenzar a mitigar esta pérdida.

Es evidente la falta de información y estudios sobre la ecología, estado de conservación y principales amenazas de las especies animales, por lo que enfatizamos el promover y destinar recursos a la investigación para las distintas

instancias gubernamentales, de investigación y de educación superior. En este mismo ámbito, existen diferencias en la generación de la información referente a la biodiversidad asociada a la fauna silvestre, pues la mayoría de los estudios se han realizado en las zonas boscosas, como la Sierra Fría y Sierra del Laurel, mientras que en las áreas semiáridas, se tienen pocos estudios y se ha puesto menor atención.

Finalmente, se recomienda incrementar las áreas verdes en las ciudades del estado, en particular jardines y parques. Asimismo, se recomienda la creación de corredores biológicos y reservas ecológicas, por ejemplo, se propone realizar un corredor biológico en el río San Pedro.

## Bibliografía

- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(Mea 2005), 136–147. <http://www.revistae-sistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>
- Carbajal Márquez, R., & Quintero Díaz, G. (2016). The Herpetofauna of Aguascalientes, Mexico. *Revista Mexicana de Herpetología*, 2, 1–30.
- Chávez-Andrade, M., Luévano-Esparza, J., Quintero-Díaz, G., Bárcenas, H. y Ceballos, G. (2015). Mamíferos de Aguascalientes. *Revista Mexicana de Mastozoología* (Nueva época), 5(2), 1-22. <http://www.revmexmastozoologia.unam.mx/ojs/index.php/rmm/article/view/211>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2008). La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). México.
- Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional (Palo Alto, El Llano, Clave: 01015, Periodo 1971-2000) <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>
- Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional (presa la Cordorniz, Calvillo, Clave: 01020, Periodo 1951-2010). <https://wwwsmn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>
- Cook, C. & Bakker, K. (2012). Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change* 22(2012), 94–102.
- Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO. (2021). Resumen de La biodiversidad en Aguascalientes. Estudio de Estado. CONABIO, México.
- Cypher, B. & Cypher, E. (1999). Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *The American Midland Naturalist.*, 71-76. doi:[http://dx.doi.org/10.1674/00030031\(1999\)142\[0071:GROTSI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1674/00030031(1999)142[0071:GROTSI]2.0.CO;2).
- De la Riva-Hernández, G., Franco-Ruiz Esparza, V. (2008). 3.17 Aves. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente

- del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 148–160.
- Declaratoria del Área Natural Protegida Cerro del Muerto, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 26 de mayo de 2008, (México).
- Declaratoria del Área Natural Protegida de competencia municipal “Cobos”, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 23 de septiembre de 2019, (México).
- Declaratoria del Área Natural Protegida El Tecolote, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 17 de septiembre de 2018, (México).
- Declaratoria del Área Natural Protegida Ex Hacienda de Peñuelas, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 22 de agosto de 2022, (México).
- Declaratoria del Área Natural Protegida Municipal Barranca de Santiago y Garabato, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 19 de abril de 2021, (México).
- Declaratoria del Área Natural Protegida Sierra del Laurel, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 3 de octubre de 2016, (México).
- Declaratoria del Área Natural Protegida Sierra Fría, Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, 6 de junio de 2022, (México).
- Delgadillo-Moya, C., Villaseñor, J. L., Ortiz, E., & Peña-Retes, A. P. (2015). Diversidad de musgos en el estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 93(4), 899–906. <https://doi.org/10.17129/botsci.206>
- Díaz-Núñez, V., Sosa-Ramírez, J., & Pérez-Salicrup, D. R. (2016). Vegetation patch dynamics and tree diversity in a conifer and oak forest in central Mexico. *Botanical Sciences*, 94(2), 229–240.
- Escoto Rocha, J., Delgado Saldivar, L. (2008). Insectos y Arácnidos. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), pp 126–127.
- Escoto-Moreno, J. A., Villalobos-Juárez, I & Hernández-Langford, D. G. (2021). New records of Odonata from central and Pacific Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist*, 97(1), 33–38, <https://doi.org/10.3956/2021-97.1.33>.
- Espinosa, D. *et al.* (2008) El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Challenger, A., González, F., y Morrone, J. (Eds.)

- Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 33–65). México: CONABIO.
- Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Aguascalientes (ECUSBEA). (2010). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). México.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Informe de Síntesis, 2005. (<https://www.millenniumassessment.org/es/About.html>)
- Fittkau, E.J. (1976). Crocodiles and the nutrient metabolism of Amazonian waters. *Amazoniana* 4:103-133.
- Grey, D., & Sadoff, C. (2007). Sink or swim? Water security for growth and development. *Water Policy* 9(6), 545–571.
- Guerrero Martínez, L. (2016) Evaluación de la recarga natural del acuífero del Valle de Aguascalientes mediante el análisis de variación de niveles de agua subterránea y datos de precipitación. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Civil en el área ambiental. Centro de Ciencias del Diseño y la Construcción, UAA. 181p.
- INAGUA, 2021. Plan Hídrico Estatal 2021-2050 del Estado de Aguascalientes. Gobierno del Estado de Aguascalientes.
- Jepson, W., Budds, J., Eichelberger, L., Harris, L., Norman, E. S., O'Reilly, K., & Young, S. (2017). Advancing human capabilities for water security: A relational approach. *Water Security*, 1, 46–52.
- Laurance, Susan G. (2004). Landscape connectivity and biological corridors. In: Schroth, Götz, da Fonseca, Gustavo A.B., Harvey, Celia A., Gascon, Claude, Vasconcelos, Heraldo L., and Izac, Anne-Marie, (eds.) *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington, DC, USA, pp. 50-63.
- Martín-Clemente, C., Sosa-Ramírez, J., Maass, M., Luna, J. de J., Meráz, A. de J., & Flores, E. (2015). Comparación de métodos para estimar disponibilidad hídrica en cuencas forestales. *Terra Latinoamericana*, 33(1), 17–26.
- Márquez, J., Reyes-Hernández, J. L., Cerón Gómez, R., Escoto Moreno y J. A., Ramírez-Ponce, A. (2022). Coleópteros Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) de Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–51, <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812492>

- Martínez-Martínez, J. y Rojas-Pinedo, A. (2008). 3.14 Peces. En: Ávila Villegas, H., Melgarejo, E. D., Cruz Angón, A. (Eds.), *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), 132–135.
- Mason, N., & Calow, R. (2012). *Water security: from abstract concept to meaningful metrics. An Initial Overview of Options* (Overseas Development Institute London).
- Merriam, G. (1984). Connectivity: a fundamental ecological characteristic of landscape pattern. Pages 5- 15 in M. Ruzicka, T. Hrnčiarova, and L. Miklos (editors). *Proceedings of the First International Seminar on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning*. International Association for Landscape Ecology, Roskilde, Denmark.
- Miguel-Vázquez, M. I., Simijaca, D., Pérez-Pérez, R. E., & Ocampo, G. (2022). Lichenized fungi of the arid zones of central Mexico: new records for the country and the state of Aguascalientes. *Sydowia*, 74(June), 15–31. <https://doi.org/10.12905/0380.sydowia74-2021-00152>
- Montiel, S. (2000). Vertebrate frugivory and seed dispersal of a Chihuahuan Desert cactus. *Plant Ecology*, 221-229. doi:10.1023/A:1009819419498.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 (2010). Norma Oficial Mexicana. SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, en Diario Oficial de la Federación. [En línea]. Disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf). Fecha de consulta: 30 de enero de 2023.
- Ojasti, J. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution MAB Biodiversity Program.
- Paz Pellat, F. y Díaz Solís, H. (2018). Relaciones entre la precipitación, producción de biomasa e índices espectrales de la vegetación: alcances y limitaciones. *Terra Latinoamericana* 36: 153-168. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i2.235>
- Peña, H. (2016). Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. Serie recursos naturales e infraestructura 178, CEPAL. 57 pp.

- Rey Benayas, J. M., Newton, A. C., Diaz, A., & Bullock, J. M. (2009). Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. *Science*, 325(5944), 1121–1124. <https://doi.org/10.1126/science.1172460>
- Reyes-Hernández, J. L., Escoto Moreno, J. A., González Martínez, E., Márquez, J., Ocampo, G & Rodríguez, J. C. (2018). Richness of Odonata species in the Sierra del Laurel Natural Protected Area, Calvillo, Aguascalientes, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 43(4), 995–1002, <https://doi.org/10.3958/059.043.0416>
- Rocas, A. N. (1982). Estructuras y clasificación de semillas forestales mexicanas. *Revista de Ciencias Forestales*.
- Rubalcava-Castillo, F. A., Sosa-Ramírez, J., Luna Ruíz, J. J., Valdivia-Flores, A. G., Díaz-Núñez, V., & Íñiguez-Dávalos, L. I. (2020). Endozoochorous dispersal of forest seeds by carnivorous mammals in Sierra Fría, Aguascalientes, Mexico. *Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1002/ece3.6113>
- Rubalcava-Castillo, F. A., Sosa-Ramírez, J., Luna-Ruíz, J. de J., Valdivia-Flores, A. G., & Íñiguez Dávalos, L. I. (2021). Seed dispersal by carnivores in temperate and tropical dry forests. *Ecology and Evolution*, 11(9), 3794–3807. <https://doi.org/10.1002/ece3.7201>
- Salvatore Olivares O. M. (2023). Contribuciones analíticas para orientar la gestión de cuencas hidrográficas hacia el alcance de la seguridad hídrica: aplicación en cuencas rurales semiáridas del centro-occidente de México. Tesis para optar por el grado de: doctor en geografía. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental UNAM.
- Simijaca, D., Pérez-Pérez, R. E., Escoto Moreno, J., & Ocampo, G. (2023). Múltiples registros nuevos de hongos liquenizados para Aguascalientes, con la evaluación del estado de conservación de dos especies endémicas de México. *Botanical Sciences*, 99(3), 1–15. <https://doi.org/10.17129/botsci.3179>
- Siqueiros-Delgado, M. E., Murillo-Peréz, G., Sierra-Muñoz, J. C., & Martínez-Ramírez, J. (2022). *Flora Dicotiledónea de Aguascalientes* (M. E. Siqueiros-Delgado, G. Murillo-Peréz, J. C. Sierra-Muñoz, & J. Martínez-Ramírez (eds.); primera Ed). Universidad Autónoma de Aguascalientes-CONABIO.
- Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Avalos, J. A., Martínez-Ramírez, J., & Sierra-Muñoz, J. C. (2016). Situación actual de la vegetación del estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 94(3), 455–470. <https://doi.org/10.17129/botsci.466>

- Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Avalos, J., Martínez-Ramírez, J., Sierra-Muñoz, J. C., y García-Regalado, G. (2017). Vegetación del estado de Aguascalientes. En *Vegetación del estado de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Siqueiros-Delgado, M., Miguel, R., Rodríguez-Avalos, J., & Sierra-Muñoz, J. (2017). Richness and Current Status of Gymnosperm Communities in Aguascalientes, Mexico. *Aliso*, 35(2), 97–105. <https://doi.org/10.5642/aliso.20173502.06>
- Sosa Ramírez J., Breceda Solís Cámara, A., Jiménez Sierra C. L., Íñiguez Dávalos, L. I., Ortega-Rubio, A. (2014). Manejo del Área Natural Protegida Sierra Fría, Aguascalientes: situación actual y desafíos. *Investigación y Ciencia*, núm. 60, pp.71-77.
- Sosa-Ramírez, J., Díaz-Núñez, V., Pérez-Salicrup, D. R., Tafoya, F., & Porter-Bolland, L. (2020). Interacción sociedad-paisajes: elementos para el manejo de ecosistemas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 17(3), 415–433. <https://doi.org/10.22231/asyd.v17i3.1364>
- SSMAA. (2020). Catálogo de áreas prioritarias para la conservación, Publicado en la Primera Sección del Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes, Tomo LXXXIII, núm. 27, pp. 19-22, el lunes 6 de julio.