

EL CERRO DE LA VIRGEN, CULIACÁN, SINALOA COMO PROPUESTA DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA: CONSERVANDO LOS BOSQUES SECOS

THE CERRO DE LA VIRGEN, CULIACAN, SINALOA AS A NATURAL PROTECTED AREA: CONSERVING THE DRY FORESTS

Gilberto **Márquez-Salazar**¹; José **Saturnino-Díaz**²; Edgar Alberto **Gómez-Duarte**³; Jacek **Márquez-Stone**⁴ y Bladimir **Salomón-Montijo**⁵

Resumen

El municipio de Culiacán, Sinaloa, México no tiene decreto de Área Natural Protegida con jurisdicción municipal, desde el año 2004 y carece de ANP que proteja al bosque seco. Tiene con normatividad estatal a la Sierra de Tacuichamona, que comparte con los municipios de Cosalá y Elota, promulgada en el 2020. El presente trabajo tiene como objetivos describir la riqueza de plantas leñosas, categorías de riesgo, tipos de

vegetación y el estado de conservación del Cerro de La Virgen, Culiacán, Sinaloa.

Se consultó la cartografía de INEGI escala 1:1 000 000 y 1:250 000 disponible, para describir la localización geográfica y variables físicas y biológicas, resultando un clima BS1 (h')w, geología de Andesita – Toba Andesítica, Ignimbrita – Toba Riolítica, Granodiorita y Aluvial; suelo Vertisol y vegetación de bosque seco del tipo selva baja caducifolia y vegetación secundaria. Se emplearon

¹ Profesor e investigador de la Facultad de Biología UAS. Correo electrónico: gmarquez@uas.edu.mx

² Profesor Investigador en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: jdiaz@uas.edu.mx

³ Estudiante en el programa de Maestría en Ciencias Biológicas en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: edgargamez.eb@uas.edu.mx

⁴ Responsable técnico en el manejo y control de fauna en el aeropuerto de Ixtapa-Zihuatanejo, además de ser colaborador en distintos proyectos de investigación y manifestaciones de impacto ambiental. Correo electrónico: jacek_mars@hotmail.com

⁵ Profesor de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: vladimir.salomon@uas.edu.mx

transectos para hacer el levantamiento de plantas leñosas, que sumaron 0.1 ha. En la identificación in-situ participaron especialistas. Para determinar el estatus de riesgo nacional se consultó la NOM 059-SEMARNAT-2010 e internacional la lista roja UICN. Resultó una riqueza de 18 familias de plantas, 40 género y 51 especies leñosas. Encontrándose en el rango de riqueza de taxas descrito por Gentry entre 50 y 70 especies para bosques secos tropicales de América. La familia con mayor cantidad de géneros fue Fabaceae y el género con mayor riqueza de especies fue *Bursera*. Con relación al estatus de riesgo de extinción en la legislación nacional se registraron cuatro especies. Dos con Protección Especial (Pr) y dos Amenazadas (A). En la legislación UICN aparecen 40 especies.

Se requiere más decretos que compensen la deforestación por cambios de uso de suelo. Por esta razón decretar al Cerro de la Virgen como ANP contribuiría en aumentar la cobertura de conservación de los bosques secos en Sinaloa, México, en 914.83 ha. Repararía parcialmente la pérdida de cobertura vegetal en bosques y selvas, además daría cobijo a los múltiples servicios ambientales, ecológicos y culturales que proveen los bosques secos, también materializaría la jurisprudencia de áreas naturales a conservarse y apoyaría los esfuerzos de organismos de conservación internacionales que tienen para el 2030.

Palabras clave: área natural protegida; deforestación; especies en riesgo; riqueza de especies leñosas; selva baja caducifolia.

Abstract

The municipality of Culiacán, Sinaloa, México, does not have Natural Protected Areas (ANP) under municipal decree and, since 2004, lacks an ANP to protect its dry forest. Within state normative, it manages the Tacuichamona mountain range, shared by the municipalities of Cosalá and Elota, enacted in 2020. The current study aims to describe woody plant richness, risk categories,

vegetation types, and conservation status of the Cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa.

INEGI's cartography was consulted with an available 1:1 000 000 and 1:250 000 scale to describe the geographic location, and the physical and biological variables, resulting in a BS1 (h')w climate, with its geology composed of andesite-andesite tuff, ignimbrite- rhyolite tuff, granodiorite, and alluvium; vertisol soil with tropical deciduous forest vegetation and secondary vegetation. Transects were traced for listing the woody plants, adding 0.1 ha. The in-situ identification was carried out by specialists. To determine the national endangered status, the NOM 059-SERMARNAT-2010 was consulted, together with the International Red List (UICN). It resulted in a richness of 18 families, 49 genera, and 51 species of woody plants. Sitting in the richness range of taxa described by Gentry (Between 50 and 70 species) for tropical dry forests in America. The family with the highest quantity of genera was Fabaceae, and the genus with the highest richness was *Bursera*. Regarding the extinction risk status from the national legislation, four species were registered: Two under Special Protection (Pr) and two under the Threatened status (A). According to IUCN, a total of 40 species are counted.

It is required to issue more decrees to compensate for deforestation by land-use change. For this reason, the decree of the Cerro de la Virgen as an ANP Will increase the conservation cover in 914.83 ha of dry forest of Sinaloa México. Partially amending the loss of vegetation surface in forests and jungles. Additionally, it would shelter multiple environmental, ecological and cultural services that dry forests provide, materializing the conservation jurisprudence of natural areas and would support international organizations' conservation efforts for 2030.

Key words: deforestation; endangered species; natural protected areas; tropical deciduous forest; woody species richness.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de áreas protegidas es la estrategia principal y más ampliamente adoptada por diferentes países para conservar la biodiversidad y los ecosistemas naturales (Belle, et al., 2020; Machado, et al., 2020). En México el decreto y manejo de las diferentes categorías de áreas naturales protegidas (ANP) y especies en riesgo está incluida en reglamentos, normas y leyes de la jurisprudencia de gobiernos municipales, estatales y federales. Impulsando una estrategia de conservación mundial de organismos internacionales como la Convención para la Diversidad Biológica, la Comisión Mundial de Áreas Naturales Protegidas UICN, el Centro de Monitoreo para la Conservación Mundial, National Geographic, la Sociedad de Conservación para la Vida Silvestre y Birdlife Internacional, se han planteado una ambiciosa meta para el 2030, que pretende proteger, al menos, el 30 % de áreas continentales, mares y aguas dulces de la tierra (Woodley, et al., 2021). La estrategia de conservar ANP en el escenario del desarrollo sustentable es relevante, por una parte, protege fragmentos de biomas, ecosistemas, comunidades bióticas, poblaciones y especies silvestres, que dotan de servicios ecosistémicos, ambientales y culturales, que serán la base para generar entornos saludables de habitantes que viven en áreas naturales o regiones circunvecinas, salvaguardando partes vitales de naturaleza para las cohortes de futuras generaciones y por la otra cumplirá con los compromisos de jurisprudencia de los distintos niveles de gobierno nacionales y de organismos internacionales. Recientemente, en el escenario de la pandemia de COVID-19, sobresale el papel que las ANP y el aire limpio juegan en la salud física y mental de las personas y así como en la habitabilidad en ciudades (Moore & Hopkins, 2021).

Los servicios ecosistémicos agrupados en bienes de abastecimiento, regulación, apoyo y culturales son brindados por entornos naturales. En zonas urbanas y periurbanas la conservación de áreas naturales, para el funcionamiento y prestación de servicios ecosistémicos implica múltiples retos debido a los problemas demográficos y sus efectos ecológicos y ambientales. En ambientes urbanos uno de los desafíos más relevantes es el aumento poblacional. Desde los 80's la densidad poblacional en áreas urbanas se duplicó (OCDE, 2020) y se estima que en 30 años más cerca del 70 % de la población mundial viva en Ciudades (United Nations, 2018). La tendencia de esparcimiento de áreas urbanas y periurbanas no es halagüeña para la naturaleza. Barthel, et al. (2019) pronostican que el incremento poblacional que conlleva la expansión urbana reduzca el funcionamiento de los ecosistemas urbanos, lo que sería una causa primaria de extinción de especies (Czech, et al., 2000); aunado al cambio global, como uno de los mayores retos en ascenso que se enfrenta en el Antropoceno, mediante el cual aumenta la amenaza para la prestación de servicios

ecosistémicos (da Silva, et al., 2012), ambientales y culturales. Al contar con ANP reales, que no sean sólo de papel, normatividad o de convenio, se proveerá de un nicho natural para la distribución e interacciones de organismos silvestres, que compensen, mitiguen deterioros ecológicos locales, regionales y globales y, de esa forma, se eviten futuros problemas ambientales. Culiacán, Sinaloa está rodeado de lomeríos, de ahí que en su etimología se contemple este aspecto. El nombre de la ciudad viene de Colhuacan, cuyo jeroglífico está representada por un cerro con una cabeza en su cima, que significa “lugar donde adoran al dios Coltzin” (Navidad, 2004). Los cerros de la periferia de la ciudad están cubiertos de bosques secos, que por su naturaleza topográfica (dimensión, forma y pendiente), son suelos someros, con afloramientos rocosos, disposición hídrica limitada sólo a la época de lluvia. Estas características dificultan a las autoridades dotar de servicios básicos a potenciales áreas habitacionales, industrias, comercios, etc., así como evitar los cambios de uso del suelo a través de los cuales se deforesta debido a las construcciones, caminos ilegales, extracción de materiales pétreos, que aumentan los riesgos de accidentes por deslaves o derrumbes, aunado al confuso y poco claro régimen de propiedad de los cerros. Por el contrario, la vocación natural de estos lomeríos con bosques secos, es el de ser zonas candidatas a destinarse como áreas de naturales protegidas reservadas a la recreación, esparcimiento, enseñanza, servicios ambientales, ecológicos y culturales, aspectos importantes para el bienestar físico y psicológico (Dade, et al., 2020) de los habitantes del área urbana y periurbana de Culiacán.

El presente trabajo pretende describir la riqueza de plantas leñosas, categorías de riesgo, tipos de vegetación y el estado de conservación del Cerro de La Virgen, Culiacán, Sinaloa; para apoyar a gestores, ambientalistas, autoridades municipales y estatales en potenciales decretos de ANP, así como materializar la normatividad que promueve la conservación de ecosistemas en los distintos niveles de gobierno y a la par apoyen los compromisos de organismos internacionales en materia de Conservación de la Diversidad Biológica, Áreas Naturales UICN, Conservación Mundial, Vida Silvestre y Birdlife Internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El Cerro de la Virgen es un sitio de recreo para los habitantes del sector norte de la ciudad, donde grupos de personas que lo visitan durante el año para observar aves, practicar senderismo, caminar, trotar, correr, esparcimiento, relajación, realizar prácticas de campo de diversas asignaturas de la Facultad de Biología

UAS, efectuar labores altruistas de limpieza, y es un lomerío de concentración religiosa, por una gran imagen de la virgen de Guadalupe pintada en el talud sur. En el paisaje domina el bosque seco (Figura 1). El sitio es característico de las ciudades que crecen alcanzando tierras agrícolas, comunidades rurales, vegetación natural y es, a su vez, un lugar de convergencia entre habitantes de colonias del medio urbano, el entorno natural, perturbado y el medio rural.



Figura 1. Vegetación de bosque seco del Cerro de la Virgen propuesto como ANP.

El Cerro de la Virgen se localiza al norte de la Ciudad de Culiacán (255312.71 m E 2750484.68 m N – UTM WGS 1984) (Figura 2).

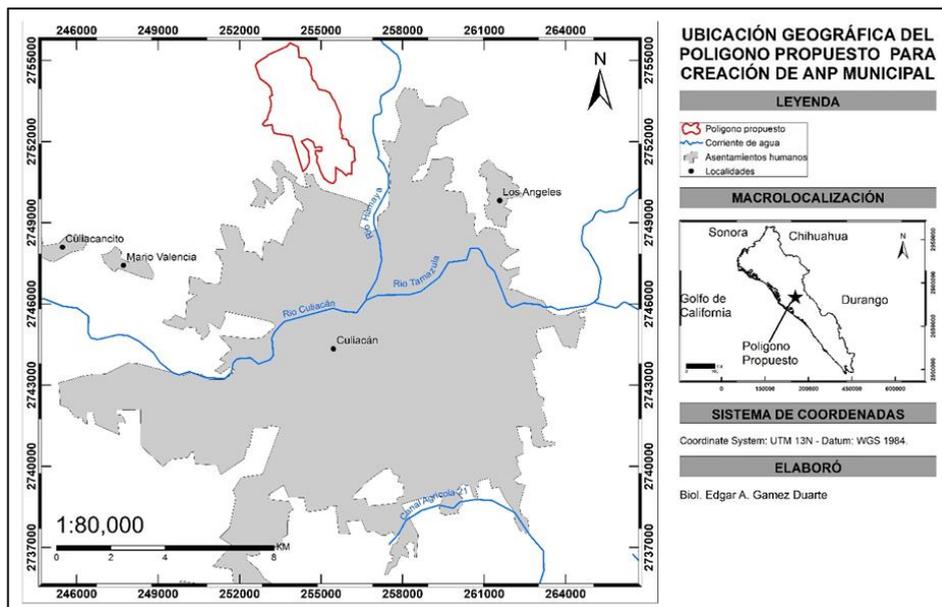


Figura 2. Ubicación del Cerro de la Virgen en las coordenadas UTM WGS 84 zona 13.

La convergencia e interacciones de las condiciones físicas de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra por décadas conforman y determinan el clima de un lugar. García (1998) e INEGI (2008), describen un solo clima en toda su extensión. Lo simbolizan como BS1(h´)w, descrito como semiseco, muy cálido con temperaturas medias mayores a 22 °C durante el verano y menores de 18 °C durante el invierno. El suelo como parte superior de la litósfera tiene múltiples funciones y es escenario de diversos procesos en ecosistemas. Almacena semillas, es medio de la rizosfera, depósito de nutrientes y dinámica biogeoquímica, de fauna que estiva, hiberna y construye galerías, etc. INEGI (2013), indica un solo tipo de suelo que corresponde al Vertisol. Descrito físicamente como un suelo de color oscuro, con alto contenido de minerales de arcilla expansiva, entre ellos muchas montmorillonitas, que forman profundas grietas en las estaciones con escasas o ausentes precipitaciones (Figura 3).

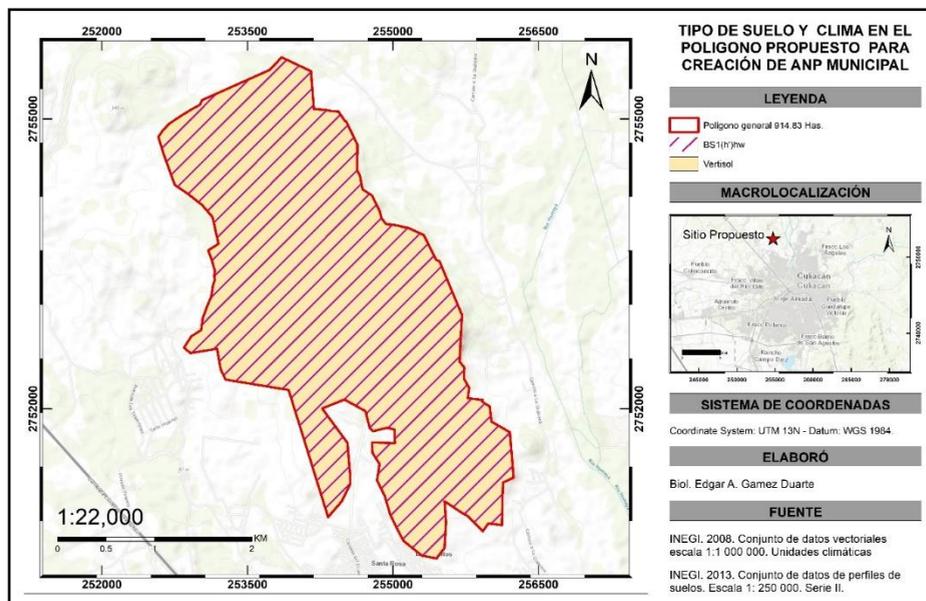


Figura 3. Tipo de clima y suelo en la superficie propuesta como ANP.

Un componente esencial y soporte de la biósfera lo constituye el manto rocoso. Los procesos de degradación de la litósfera conforman los minerales y componentes dominantes en la estructura de los suelos. Referente a la geología del lugar INEGI (2019) la caracteriza con cuatro depósitos geológicos que,

ordenados de mayor a menor superficies, son: Andesita – Toba Andesítica, Ignimbrita – Toba Riolítica, Granodiorita y Aluvial (Figura 4).

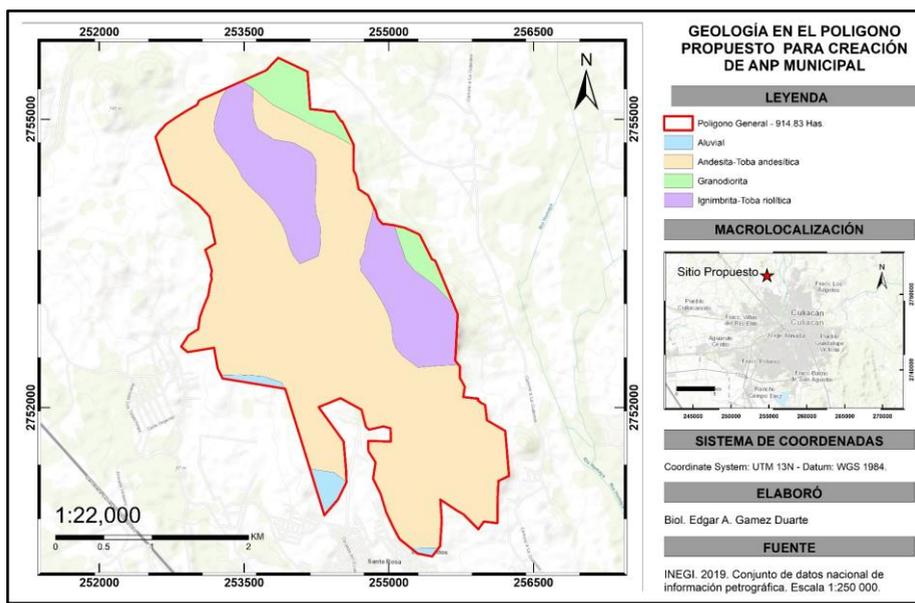


Figura 4. Descripción litológica del Cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa.

Registro de la riqueza de especies

Belle, et al. (2020) mencionan que para proponer ANP se basa en describir un grupo taxonómico clave o áreas relevantes; para proponer al Cerro de la Virgen como ANP se incluyeron las variables riqueza de plantas leñosas, su estatus de riesgo de extinción, el tipo de vegetación y su estado de conservación.

En la superficie accidentada del sitio se trazaron rectángulos de 100 m², extendidos 50 x 2 m (Gentry, 1982), repetidos 10 veces, que sumaron una superficie de 1000 m² (0.1 ha). La forma dimensión y replicación empleada en los inventarios facilita la comparación con otros estudios de bosques secos. Las líneas de transecto se construyeron en la superficie de la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio. En cada sitio seleccionado fueron registradas las especies de plantas leñosas (arbustos, trepadoras y árboles) y los tallos con dimensión iguales o superior con un cm de diámetro a la altura de pecho (DAP), considerado 1:30 m a partir del suelo (Trejo & Dirzo, 2002). Las especies se identificaron in-situ, las no reconocidas en campo se colectaron, prensaron, secaron y herborizaron (Díaz, 2007), además se fotografiaron y corroboradas por

especialistas. La nomenclatura para las categorías taxonómicas para familias, géneros y especies se consultó en Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org), The Word flora on line (www.wodfloraonline.org) y Kew Herbarium (<https://powo.science.kew.org>). Con respecto a la riqueza Gentry (2009) menciona que los bosques secos neotropicales tienen, en 0.1 ha, entre 50 y 70 especies, con un promedio de 64.9 taxones.

Para la elaboración de la cartografía se utilizaron como fuente los mapas disponibles en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a escalas 1: 000 000 y 1:250 000. En el análisis biofísico del sitio propuesto, se emplearon los *softwares* ArcGIS 10.5, Google Earth pro 7.3, Global Mapper 18 y la información vectorial en capas tipo *shape* que yacen dispuestas en el portal de INEGI (<https://www.inegi.org.mx/>) de manera libre y gratuita; primeramente se creó el polígono general en Google Earth pro 7.3, después se trabajó en Global Mapper 18 para darle la proyección correspondiente a la zona en las coordenadas UTM WGS 84 zona 13, con ayuda del mismo *software* se procedió a la conversión del polígono a formato *shape* para trabajarlo con ArcGIS 10.5, esto en conjunto con las capas *shape* de INEGI para la el uso del suelo y tipo de vegetación (INEGI, 2018), unidades climáticas (INEGI, 2008), perfiles de suelo (INEGI, 2013) e información petrográfica (INEGI, 2019); utilizando la herramienta *clip* en ArcGIS 10.5 se extrajo solo la información deseada de cada capa para el sitio propuesto y se procedió a la identificación, análisis y presentación de la cartografía empleada.

Normatividad municipal y estatal sobre ANP

El Reglamento municipal de Culiacán en materia de Ecología y Protección al Ambiente (Gobierno del estado de Sinaloa, 1992), en las Disposiciones Generales de su Capítulo Primero, Artículo 4 y 3, apartado XIV dice que “El Ayuntamiento, velará por brindar un ambiente sano que conserve su diversidad, riqueza y equilibrio natural que permita alcanzar una mejor calidad de vida para toda la comunidad y que las Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción local “son las sujetas al régimen de protección Estatal o Municipal a fin de preservar ambientes naturales; salvaguardar la diversidad genética y las especies silvestres; lograr el aprovechamiento racional de los recursos naturales y mejorar la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores. La problemática en zonas urbanas y periurbanas cobra mayor vigencia en emplear la jurisprudencia como herramienta en materia de conservación de ecosistemas y biodiversidad. La primera preocupación es el escaso número de áreas naturales decretadas y la

reducida superficie que abarcan, tanto en la jurisdicción municipal de Culiacán, como estatal de Sinaloa. En el área urbana de Culiacán sólo se tiene como decreto La Isla de Orabá, dentro de la normatividad municipal, que se enmarca como Parque Urbano de Preservación Ecológica de Centro de Población, comprende una superficie de 4 ha, y se promulgó el 27 de mayo del 2004 (CONACYT, 2022). La vegetación característica es bosque de galería con predominancia de árboles como álamo (*Populus dimorpha*), sauce (*Salix nigra*), sabino (*Taxodium mucronatum*) y capules (*Ficus* spp); arbustos que dominan como el batamote (*Baccharis glutinosa*), alinanche (*Pluchea odorata*), latilla (*Hymenoclea monogyra*), cuca (*Mimosa pigra*) y cacarahua (*Vallesia glabra*) (Díaz, 2006).

Por su parte La Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa (Gobierno del estado de Sinaloa, 2020) establece en el artículo 5, apartado II, lo que considera de utilidad pública incluye: “El establecimiento, administración, protección, preservación y vigilancia de las áreas naturales protegidas de parques, reservas estatales, zonas de preservación ecológica de los centros de población y zonas de restauración ecológica de jurisdicción estatal; en el artículo 6, apartado IV. Define Áreas Naturales Protegidas. En las ANP administradas por el gobierno estatal se incluye al Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE), con una superficie de 1,256 ha, localizada al sur de Sinaloa en el municipio de Cosalá con fecha de decreto el 12 de marzo del 2002 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2002); la vegetación dominante es selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio, con una superficie de cobertura primaria y secundaria de 601 ha (Ceballos, et al. 2010a), caracterizado por especies arbóreas como mauto (*Lysiloma divaricada*), mora (*Maclura tinctoria*), rosamarilla (*Cochlospermum vitifolium*), sangregados (*Jatropha* spp.), papaches (*Randia echinocarpa*), brasil (*Haematoxylon brasiletto*), colorín (*Erythrina lanata*), papelillos (*Bursera* spp); amapas (*Tabebuia chrysantha* y *T. pentaphylla*) (Rubio, et al., 2010). Navachiste como ZSCE, con una superficie de 13,937 ha, ubicada al norte de la entidad entre los municipios de Guasave y Ahome, con fecha de decreto el 27 de mayo del 2004 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2004). La vegetación dominante es selva baja espinosa, matorral sarcocrasicaule o bosque espinoso; destacan las especies de cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), pitaya (*Stenocereus thurberi*), Sina (*Rathbunia alamosensis*), biznaga (*Ferocactus herrerae*), palo verde (*Cercidium torreyanum*), palo verde (*Cercidium sonora*), brea (*Cercidium floridum*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), *Coursetia glandulosa*, vinolo (*Acacia cochliacantha*), palo gato (*Pithecellobium sonora*), chutama (*Jatropha cordata*), ocotillo (*Fouquieria macdougallii*), palo blanco (*Ipomoea arborescens*), copales (*Bursera* spp), nanchi de la costa (*Ziziphus sonorensis*) y guayacán (*Guaiaicum coulteri*) que destaca por estar incluido en la NOM 059-ECOL-1994 de las especies en riesgo (Sicairos-Avitia, et al., 2003). La Sierra de Tacuichamona como Reserva Estatal, con una superficie de 44,675

ha, comprende los municipios de Culiacán, Cosalá y Elota, con fecha de decreto en octubre del 2020 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2020). Domina el tipo de vegetación de selva baja caducifolia, con especies de árboles conspicuos de *Haematoxylum brasiletto*, *Caesalpinia platyloba*, *C. eriostachys*, *C. sclerocarpa*, *Acacia cymbispina*, *A. farnesiana*, *A. pennatula*, *A. cornigera*, *Cassia emarginata*, *Crataeva palmeri*, *Prosopis* spp, *Chlorophora tintoria*, *Lysiloma divaricatum*, *Phitecellobium sonora*, *P. tortum*, *Mimosa palmeri*, *Coutarea latiflora*, *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Ipomea arborescens*, *Bombax palmeri*, *Cochlospermum vitifolium*, *Conzattia sericea*, *Tabebuia palmeri*, *T. chrysantha*; con arbustos como *Malva* spp, *Randia* spp, *Manihot* sp, *Pedilanthus rubescens* (Gentry, 1946).

En el ámbito federal La Ley General del Equilibrio Ecológico y protección Ambiental (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018) en su artículo 3º, define Áreas naturales protegidas como: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley. La región conocida como Meseta de Cacaxtla (APFFMC), ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, en el Estado de Sinaloa, fue decretada como ANP de protección de Flora y Fauna. Comprende una superficie total de 50,862 ha (Secretaría de Gobernación, 2000). Dominan las comunidades vegetales del bosque seco (selva baja caducifolia y selva baja espinosa). Los árboles dominantes son: cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), casiguano (*Cenostigma eriostachys*), palo colorado (*Couleria platyloba*) listoncillo (*Gossypium aridum*), mauto (*Lysiloma divaricatum*), nanchi (*Ziziphus amole*), brasil (*Haematoxylum brasiletto*), taliste (*Lonchocarpus lanceolatus*), vinolo (*Vachellia campechiana*), vinorama (*Vachellia farnesiana*), manzanita (*Malpighia emarginata*), torote amarillo (*Bursera fagaroides*), copal (*Bursera laxiflora*), amapa (*Handroanthus impetiginosus*); de arbustos, se registraron: varas blancas (*Croton* spp), tres costillas (*Paullinia fuscescens*) papachillo (*Randia thurberi*), chuparrosa (*Justicia candicans*), talayote (*Marsdenia edulis*) (Márquez, 2016). Siendo Fabaceae la familia con mayor riqueza de géneros y especies. En el APFFMC fue notorio el registro del 13.93 % de especies, 22.80 de géneros y el 30 % de las familias de plantas reportadas para el estado de Sinaloa, en una superficie inferior al 1 % del territorio estatal (Márquez-Salazar, et al., 2022).

Conservación de los bosques secos en Sinaloa

En los bosques secos tropicales del noroeste de México el proceso de deforestación que fragmentó el bioma, redujo la riqueza y biodiversidad, impulsó el arribo de especies no nativas, modificó la estructura de comunidades, etc., se intensificó desde mediados del siglo pasado. Grandes extensiones de la planicie costera de Sonora y Sinaloa se fragmentaron desde los años 1940' y 1950' (Rzedowski, 1978), para convertirse en infraestructura de riego, cultivos agrícolas, agostaderos y granjas acuícolas. Con respecto a la deforestación en los bosques y selvas del estado de Sinaloa, en un periodo de 18 años (1993 a 2011) Monjardín-Armenta, et al. (2017) mencionan que alcanzó los 2,277 km². La pérdida corresponde a un 7.49 % de la superficie de vegetación de inicio del periodo. En el municipio de Culiacán se deforestaron de bosques y selvas 339.58 km², un 14.91 %, fue el segundo municipio más fragmentado después de Badiraguato. Las causas primarias de pérdida fueron por cultivos agrícolas, extracción de madera, asentamientos humanos y minería. La reducción de superficie forestal en los bosques secos va en aumento (Márquez-Salazar, et al., 2022), sin que autoridades de diferentes niveles de gobierno tengan medidas reales o políticas que detengan, compensen o mitiguen la problemática. Por lo que es importante detener esta transformación y conservar las selvas secas del Pacífico mexicano para que puedan seguir brindando servicios ecosistémicos (Balvanera & Maass, 2010). El desequilibrio se hace relevante debido a que la selva seca es uno de los tipos de vegetación menos representado en las áreas protegidas del país (Ceballos, et al., 2010a), por lo que se requiere aumentar su nivel de protección de las selvas secas del Pacífico mexicano, particularmente las compartidas por Sonora-Sinaloa y Sinaloa (Ceballos, et al. 2010b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza de especies

Del inventario de la flora arbórea, arbustiva y trepadora fueron registradas una riqueza de 18 familias de plantas, 40 género y 51 especies. La familia más diversa en género y especies fue Fabaceae. La riqueza de esta familia de plantas se repite en los bosques secos de América, con excepción del Caribe y Florida (Pennington, et al., 2006). El género más diverso en especies es *Bursera* con siete taxones (Tabla 1).

Trejo & Dirzo (2002), Rzedowski & Calderón, (2013) y Williams-Linera & Lorea (2009) llegaron a conclusiones sobre la dominancia del género característico de la familia Burseraceae en selvas secas de México.

Tabla 1. Listado preliminar de familias, género y especies de plantas leñosas el cerro de la Virgen, Culiacán, Sinaloa

| Familia | Especie | Categoría de riesgo | |
|--|---|--|----|
| Fabaceae | <i>Bauhinia pauletia</i> Pers | LC | |
| | <i>Caesalpinia palmeri</i> S. Watson | | |
| | <i>Cenostigma eriostachys</i> (Benth.) E. Gagnon & G. P. Lewis | | |
| | <i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose | LC | |
| | <i>Coulteria platyloba</i> (S. Watson) N. Zamora | | |
| | <i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin | LC | |
| | <i>Erythrina lanata</i> Rose | | |
| | <i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst. | LC | |
| | <i>Lonchocarpus hermannii</i> M. Sousa | | |
| | <i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr. | LC | |
| | <i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby | LC | |
| | <i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | LC | |
| | Burseraceae | <i>Bursera arborea</i> (Rose) L. Riley | NC |
| | | <i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl. | LC |
| <i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl. | | LC | |
| <i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl. | | LC | |
| <i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl. | | LC | |
| <i>Bursera laxiflora</i> S. Watson | | NC | |
| <i>Bursera penicillata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Engl. | | LC | |

| | | |
|----------------|--|-------|
| Cactaceae | <i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose | LC |
| | <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose | LC |
| | <i>Pereskia blakeana</i> J.G. Ortega | LC |
| | <i>Stenocereus alamosensis</i> (J.M. Coul.) A.C. Gibson & K.E. Horak | VU |
| | <i>Stenocereus martinezii</i> (J. G. Ortega) Buxb. | Pr/EN |
| | | |
| Euphorbiaceae | <i>Croton alamosanus</i> Rose | |
| | <i>Croton micans</i> Sw. | LC |
| | <i>Jatropha cordata</i> (Ortega) Müll. Arg. | |
| | <i>Jatropha peltata</i> Sessé | |
| Rhamnaceae | <i>Colubrina triflora</i> Brongn. ex Sweet. | LC |
| | <i>Karwinskia calderonii</i> Standl. | |
| | <i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. | LC |
| Capparaceae | <i>Crateva tapia</i> L | LC |
| | <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl. | LC |
| | <i>Quadrella indica</i> (L.) Iltis & Cornejo | LC |
| Malvaceae | <i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f. | LC |
| | <i>Gossypium aridum</i> (Rose & Standl.) Skovst. | Pr/VU |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam | LC |
| Rubiaceae | <i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock | LC |
| | <i>Randia echinocarpa</i> Moc. & Sessé ex DC. | LC |
| | <i>Randia thurberi</i> S. Watson | LC |
| | | |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don | LC |
| | <i>Ipomoea bracteata</i> Cav. | |

| | | |
|-----------------|--|------|
| Apocynaceae | <i>Plumeria rubra</i> L. | LC |
| Bignoniaceae | <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos | A/LC |
| Bixaceae | <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | LC |
| Moraceae | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud. | LC |
| Boraginaceae | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken | LC |
| Rutaceae | <i>Esenbeckia hartmanii</i> B.L. Rob. & Fernald | VU |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum mexicanum</i> Kunth | |
| Fouquieriaceae | <i>Fouquieria macdougalii</i> Nash | LC |
| Zygophyllaceae | <i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray | A/VU |

La lista roja (UICN) incluye la categoría Menor Preocupación (LC: Least Concern), Casi Amenazada (NC: Near Threatened), Vulnerable (VU: Vulnerable) y en Peligro de Extinción (EN: Endangered). La NOM 059 SEMARNAT-2010, contiene Amenazadas (A) y Sujetas a Protección Especial (Pr).

Las especies registradas en la selva baja caducifolia del Cerro de la Virgen se distribuyen en ANP tanto de jurisdicción estatal y federal en Sinaloa. Para algunas especies se empleó la nomenclatura reciente de Tropicos (www.tropicos.org). Los taxones enlistados por Rubio, et al. (2010), del Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria (ZSCE), son: *L. divaricatum*, *C. vitifolium*, *J. cordata*, *J. peltata*, *R. echinocarpa*, *H. brasiletto*, *E. lanata*, *Bursera* spp, *H. impetiginosus*. Por su parte las registradas por Sicairos-Avitia, et al. (2003) de la región costera del estado que incluye la ZSCE Sierra de Navachiste, fueron: *P. pecten-aboriginum*, *Stenocereus alamosensis*, *H. brassileto*, *J. cordata*, *I. arborescens*, *Bursera* spp, *Ziziphus amole*, *Guaiacum coulteri*. En las reportadas por Gentry (1946) de Reserva Estatal Sierra de Tacuichamona, se encuentran: *H. brassileto*, *Coulleria platyloba*, *Cenostigma eriostachys*, *Maclura tinctoria*, *L. divaricatum*, *H. latiflora*, *C. alliodora*, *G. ulmifolia*, *I. arborescens*, *C. vitifolium*, *H. impetiginosus*, *Randia* spp. Márquez (2016) del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC), reporta: *P. pecten-aboriginum*, *C. eriostachys*, *C. platyloba*, *G. aridum*, *L. divaricatum*, *Z. amole*, *H. brasiletto*, *B. fagaroides*, *B. laxiflora*, *H. impetiginosus*, *Croton* spp, y *R. thurberi*.

En bosques secos de México se han realizado diferentes estudios, registrando heterogéneos resultados de riqueza. Arriaga & León (1989), enlistaron 67 especies de la selva baja caducifolia en Baja California Sur; por su parte Hernández-Ramírez & García-Méndez (2015) reportan 77 especies y Márquez-Salazar, et al. (2019) registraron en el Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC), 57 en el Rancho Las Palomas y 52 en Las Antenas 52, resultando ligeramente superiores a las enlistadas en el Cerro de la Virgen, variando con 16, 26, seis y una especie respectivamente.

Las especies listadas en la NOM 09 SEMARNAT 2010 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2019) en la categoría de Protección Especial (Pr) fueron pitaya de Martínez (*Stenocereus martinezii*) y algodóncillo (*Gossypium aridum*) y como Amenazadas amapa (*Handroanthus impetiginosus*) y guayacán (*Guaiacum coulteri*). Es relevante que las cuatro especies listadas en la normatividad nacional tienen además protección internacional. En la legislación UICN aparecen 40 especies. 35 taxones como Least Concern (LC), dos como Near Threatened (NT), uno como Vulnerable (V) y otro Endangered (EN) (<https://www.iucnredlist.org/>).

Se coincide con Sicairos-Avitia, et al. (2003), que reportan a *G. coulteri*; con Rubio, et al. (2010) quienes listan a *H. impetiginosus* y Márquez-Salazar, et al. (2019) a *S. Martinezii* y *G. coulteri* como especies en riesgo de extinción incluidas en la legislación mexicana.

Vegetación

El área que se propone como sujeta a protección comprende una superficie de 914.83 ha. Estructurada en dos tipos de vegetación selva baja caducifolia (SBC) (622.44 ha), un 68.04 % y vegetación secundaria de SBC (292.39 ha) un 31.96 % (Figura 5).

Ceballos, et al. (2010a) estructura los tipos de vegetación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) de El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, que tiene 1,218 ha. La selva seca (primaria y secundaria) posee 601 ha., otros tipos de vegetación 597 ha y la superficie antropizada 20 ha. La selva seca comprende 49.34 % de la superficie, 49.01 % lo conforman otros tipos de vegetación y 1.64 % la parte antropizada. Del Cerro de la Virgen el 100 % de la superficie completa, las 914.83 ha, lo conforma la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria sucesional de mismo tipo de vegetación, no presenta otros tipos de vegetación diferentes a la SBC primaria y secundaria, comparada con la selva seca de la ZSCE que tiene 49.34 %, menos de la mitad de su superficie de esta comunidad de plantas está protegida en esta ANP. El Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC) registra un área de 47,952 ha. Las

selvas secas (primaria y secundaria) tienen 30,713 ha (64.05 %), de otros tipos de vegetación 7,648 ha (15.9 %) y 9,591 de superficie antropizada (20 %). La mayor superficie porcentual lo presentan las selvas secas APFFMC, que tienen un monto de 64.05 % cercano al porcentaje de la SBC del Cerro de la Virgen.

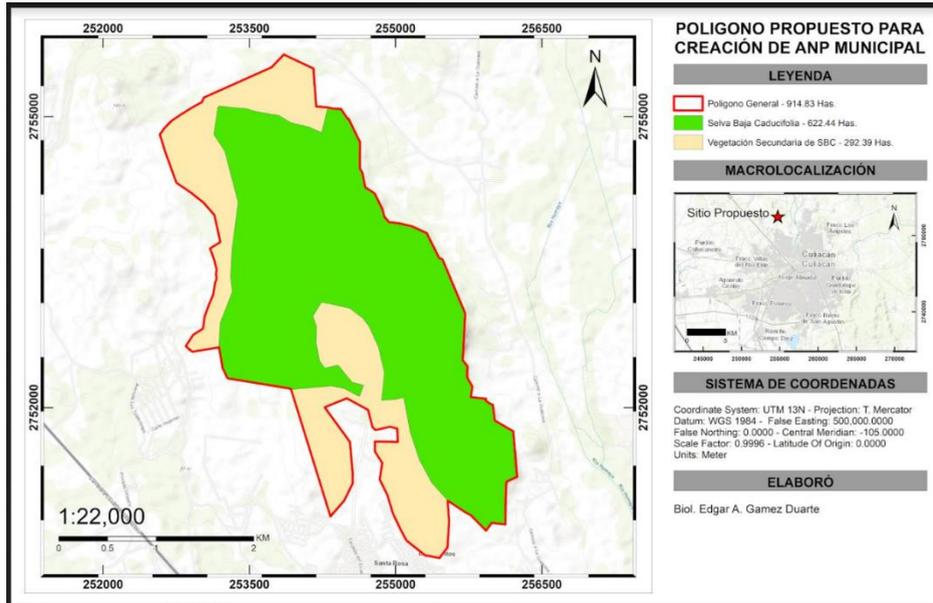


Figura 5. Tipos de vegetación del Cerro de la Virgen Culiacán, Sinaloa, México.

Con relación a las dimensiones de las ANP de jurisdicción estatal y federal de Sinaloa mencionadas por Ceballos, et al. (2010a), están subestimadas, tal vez por errores en la dimensión y/o ajuste de la superficie, al contrastarse con la información que aparece en los documentos de decreto de las AN. En la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) de El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria se registra una superficie de 1,256 ha, (Gobierno del estado de Sinaloa, 2002) y no 1218 ha; por su parte para El Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC) el autor reporta un área de 47,952 ha., ligeramente inferior a la superficie total de 50,862 ha (Secretaría de Gobernación, 2000).

Pérdidas en bosques y selvas del estado de Sinaloa

Monjardín-Armenta, et al. (2017) mencionan que en Sinaloa se deforestaron 2,277.18 km² de bosques y selvas, en un periodo de 18 años (de 1993 a 2011). El área en km², alcanzan las 227,718 hectáreas, la superficie promedio anual sería de 12,651 ha. Extrapolando el promedio anual a los años 2011 al 2022, para cubrir hasta el periodo actual, bajo el supuesto que los cuatro principales factores de deforestación continuaran, en la tasa presentada y que hubo ausencia de regeneración, sumarían en poco más de una década las 139,161 ha., de superficie transformada de bosques en más área de cultivos agrícolas, sitios perturbados de bosques por extracción de recursos maderables y no maderables, asentamientos humanos y minas. En un periodo que va de 1993 al 2022, 29 años, se estima una superficie de pérdida de bosques y selvas de 366,879 ha.

Los tres decretos de ANP de jurisdicción estatal El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, con una superficie de 1,256 ha, localizada al sur de Sinaloa en el municipio de Cosalá decretada en 2002 (Gobierno del estado de Sinaloa, 2002). La Sierra de Navachiste con una superficie de 13,937 ha, ubicada entre los municipios de Guasave y Ahome (Gobierno del estado de Sinaloa, 2004), y la Sierra de Tacuichamona con una superficie de 44,675 ha, comprende los municipios de Culiacán, Cosalá y Elota (Gobierno del estado de Sinaloa, 2020); suman una superficie de 59,868 ha., aportada del 2002 al 2020. Considerando un área promedio de pérdida de bosques y selvas de 12,651 ha anuales en un lapso de 18 años, suma una superficie perturbada de 227,718 ha., y el área que comprenden en conjunto las tres ANP sólo compensa el 26.29 % del total estimado de hectáreas a las que real o potencialmente se les ha cambiado el uso del suelo. Si a la suma de las tres zonas protegidas de jurisdicción estatal se le adicionan las hectáreas del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla de competencia federal, ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, que comprende una superficie de 50,862 ha (Secretaría de Gobernación, 2000), entonces la superficie conservada se incrementaría a 110,730 ha, que compensarían un 48.62 % de la pérdida de cobertura vegetal estimada por cambios de uso de suelo en bosques y selvas del estado.

Otro aspecto relevante es que las ANP de jurisdicción estatal y federal con cobertura para bosques secos se han concentrado en siete de 18 municipios de la entidad: Guasave, Ahome, Culiacán, Cosalá, Elota, San Ignacio y Mazatlán.

Decretos de nuevas áreas como La Sierra de Barobampo en el municipio de Ahome y Monte Mojino en las municipalidades de Concordia y el Rosario remediarían en parte la superficie transformada y sumaría a las hectáreas que deben conservar los bosques secos del estado de Sinaloa.

Pérdidas de bosques y selvas en el municipio de Culiacán

Monjardín-Armenta, et al. (2017) mencionan que en el municipio de Culiacán se deforestaron 339.58 km² de bosques y selvas, esto corresponde a 33,958.08 hectáreas, con una superficie de pérdida promedio anual de 1,886.56 ha. Estimando el área deforestada desde 2011 al 2022, en un lapso de tiempo de 11 años, bajo el modelo que actúen los mismos procesos causales principales y secundarios, idénticas tasas de incidencia y que no haya regeneración de bosque y selvas, se tendrían al finalizar el presente año 20,752.16 ha menos de bosques y selvas primarias y sucesionales, que sumarían al periodo anterior de 18 años, 54,710.24 ha., para un tiempo de 29 años en el municipio de Culiacán.

La superficie de bosques y selvas del municipio central alcanzaba 244,493 hectáreas (2444.93 km²), registradas en 1993, se estima que, para finales del año 2022, en un periodo de casi tres décadas, se transformen por cambio de uso de suelo una cantidad de 54,710.24 ha (22.38 %) y quedaría una superficie de 189,782.76 ha (77.62 %), sin cambios potenciales de estos tipos de vegetación.

El municipio de Culiacán no tiene un decreto de ANP desde el 2004. Ha habido propuestas de lomeríos que sean considerados como sitios candidatos a ANP. Al este y sur de la ciudad como las colinas de San Antonio-Cerro Siete Gotas y de Imala-Sanalona y particularmente el Cerro del Tule en la categoría de Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población, fragmentada en distintas áreas. Con la superficie de 914.83 ha., que comprende el Cerro de la Virgen compensaría parcialmente la pérdida de superficie forestal que ocurre en el municipio de Culiacán, equilibrando la pérdida de bosques y selvas, que aumentaría las hectáreas que protegerían las selvas secas del Pacífico mexicano.

CONCLUSIONES

La inclusión del cerro de la Virgen Culiacán, Sinaloa a las ANP de jurisdicción municipal o estatal incorporaría 914.83 ha nuevas al esquema de protección de parques urbanos o reservas ecológicas, que sumarían una importante superficie a conservarse de la selva seca del pacífico mexicano. Le daría cobijo, al menos, a una riqueza taxonómica de 18 familias, 40 géneros y 51 especies de árboles, arbustos y trepadoras, y a una gran diversidad de taxones no leñosos como: epifitas, subarbustos, hierbas, hongos; además especies de fauna como: aves, reptiles, mamíferos, insectos e invertebrados en general, en un escenario de selva baja caducifolia primaria, que abarca el 66 % de la superficie. Brindaría un

espacio para el refugio de especies en riesgo de extinción incluidas en la normatividad nacional e internacional.

Con el decreto se contribuiría en detener el avance de la expansión urbana y se asegura un sitio para que preste servicios ambientales, ecológicos y culturales que proveen las áreas naturales y en el eje tiempo se contribuya al desarrollo sustentable para las futuras generaciones de habitantes del área urbana y periurbana de la región centro del estado.

La cifra estimada en 12,615 ha anuales de deforestación sólo en bosque y selvas de Sinaloa, impulsa a sumar nuevas ANP, requeridas para compensar la superficie transformada en terrenos agrícolas, agostaderos, unidades habitacionales y minas. Se necesitan coordinar los esfuerzos de los diferentes niveles de gobierno municipal, estatal y federal, a través de los departamentos de Áreas Naturales Protegidas, con instituciones de educación, centros de investigación, empresarios y ONG, para impulsar políticas y acciones que tiendan a preservar la riqueza de especies, recobrar las que presenten un riesgo de extinción, reducir amenazas de la biodiversidad, recuperar áreas deforestadas, conservar de partes de ecosistemas naturales y vincular a los habitantes locales del estado de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Arriaga, L., & León, J. L. (1989). The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: a floristic and structural approach. *Vegetatio* 84, pp. 45-52.
- Balvanera, P., & Maass, M. (2010). Los servicios ecosistémicos que proveen las selvas secas. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 251-269). México: Fondo de Cultura Económica.
- Barthel, S., Isendahl, C., Vis, B. N., Drescher, A., Evans, D. L., & van Timmeren, A. (2019). Global Urbanization and Food Production in Direct Competition for Land: Leverage places to Mitigate Impacts on SDG2 and on the Earth System. *The Anthropocene Review*, 6 (1-2), pp. 71–97. DOI: 10.1177/2053019619856672.
- Belle, E. M. S., Bingham, H. C., Bhola, N., Dudley, N., Stolton, S., & Kingston, N. (2020). Short communication towards a typological framework for area-based conservation. *Parks*, 26 (2), pp.129-134.
- Ceballos, G., Cantú, C., y Bezaury-Creel, J. (2010a). Áreas de conservación de las regiones prioritarias de las selvas secas. En Ceballos, G., Martínez,

- L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 349-368). México: Fondo de Cultura Económica.
- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., y Bezaury-Creel, J. (2010b). Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 387-392). México: Fondo de Cultura Económica.
- CONACYT. (2022). <https://conacyt.mx/cibiogem/index.php/anpl/sinaloa>. Consultado 24.03.2022.
- Czech, B., Krausmann, P. R., & Devers, P. K. (2000). Economic association among causes of species endangerment in the United States, *Bioscience* 50, pp. 593–601.
- da Silva, J., Kernaghan, S., & Luque, A. (2012). A systems approach to meeting the challenges of urban climate change. *International Journal of Urban Sustainable Development*, pp. 1-21. DOI:10.1080/19463138.2012.718279.
- Dade, M. C., Mitchell, M. G. E., Brown, G., & Rhodes, J. R. (2020). The effects of urban greenspace characteristics and socio-demographics vary among cultural ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49 (5), <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126641>.
- Díaz, J. S. (2006). El bosque de galería: una comunidad vegetal amenazada en las zonas urbanas. En Cifuentes-Lemus, J. L. & Gaxiola-López, J. (Eds.), *Atlas del Manejo y Conservación de la Biodiversidad y Ecosistemas en Sinaloa* (pp. 63-68). Culiacán, Sinaloa, México: Colegio de Sinaloa.
- Díaz, P.W.A. (2007). Composición florística y estructura de bosques en los asentamientos campesinos Las Delicias, El Guamo y Lechozal, Estado Bolívar, Venezuela. *ERNSTIA*, 17(1), pp. 1-24.
- García, E. (1998). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. México: Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO).
- Gentry, A. H. (1946). Sierra Tacuichamona-A Sinaloa Plant Locale. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 73 (4), pp. 356-362.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, 15, pp.1-54.

- Gentry, A. H. (2009). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E. (Eds.), *Seasonally dry tropical forests* (pp. 146-194). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Gobierno del estado de Sinaloa. (1992). Reglamento Ecología y Protección al Ambiente para el Municipio de Culiacán. *Periódico Oficial "EL ESTADO DE SINALOA"*, 125, 12.09.1992.
- Gobierno de estado de Sinaloa. (2002). Decreto que declara Área Natural Protegida de jurisdicción local, con el carácter de zona sujeta a conservación ecológica, la región conocida como el Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria. *Órgano Oficial del Gobierno del Estado*, pp. 32.
- Gobierno del estado de Sinaloa. (2004). Decreto que declara Área Natural Protegida de Jurisdicción Local, con el carácter de zona Sujeta a Conservación Ecológica, la región conocida como Navachiste. *Órgano oficial del Estado de Sinaloa*, 067. 04.07.2004.
- Gobierno del Estado de Sinaloa. (2020). Ley Ambiental para el desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa. *Periódico Oficial de estado de Sinaloa*, 14.08.2020.
- Gobierno del Estado de Sinaloa. (2020). Decreto que declara Área Natural Protegida en la categoría de Reserva Estatal, la región conocida como Sierra de Tacuichamona. *Órgano oficial del Estado de Sinaloa*, 125, pp. 4-9.
- Hernández-Ramírez, A. M., & García-Méndez, S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 63 (3), pp. 603-616.
- INEGI. (2008). Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1 000 000. Unidades climáticas.
- INEGI. (2013). Conjunto de datos de perfiles de suelos. Escala 1: 250 000. Serie II.
- INEGI. (2019). Conjunto de datos nacionales de información petrográfica. Escala 1: 250 000.
- INEGI. (2022). Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía. (<https://www.inegi.org.mx/>). Consultada 15.04.2022.
- Kew Herbarium. (2022). Plants of the world on line. (<https://powo.science.kew.org>). Consultada 13.04.2022.
- Machado, M., Young, C. E. F., & Clauzet, M. (2020). Environmental funds to support protected areas: lessons from brazilian experiences. *Parks*, 26 (1), pp. 47- 62.

- Márquez, S. G. (2016). *Estudio técnico para el monitoreo, conservación y manejo de recursos naturales*. Mazatlán, Sinaloa, México: CONANP-PROCOCODES.
- Márquez-Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Reyes-Olivas, A., Amador-Medina, M. & Millán-Otero, G. M. (2019). Composición y diversidad florística de bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Gayana Botánica*, 76 (2), pp. 19-31. Doi.10.4067/S0717- 66432019000200176.
- Márquez-Salazar, G., Millán-Otero, M. G., Díaz, J. S., & Márquez-Stone, J. (2022). Woody and Semi-Woody plants, Wild and Native to Dry and Semi-Humid Forests from The Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25 (38), pp.1-20.
- Monjardín-Armenta, S., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W. & Corrales-Barraza, G., (2017). La Deforestación y sus Factores Causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera y Bosques*, 23 (1), pp. 7-22. Doi.org/10.21829/myb.2017.23114 82.
- Moore, G., & Hopkins, J. (2021). Urban parks and Protected Areas: On the front lines of a pandemic. *Parks*, 27, pp. 73-84.
- Navidad, S. T. (2004). *Toponimias de la región y su significado*. Culiacán, Sinaloa, México: Once Ríos.
- OCDE. (2020). Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation. Available at: [https:// doi.org/10.1787/b261814f-en](https://doi.org/10.1787/b261814f-en) (Consultado 11.04.2022).
- Pennington, T. R., Lewis, W. P., & Ratter, J. A. (2006). An Overview of the Plant Diversity, Biogeography and Conservation of Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. En Pennington, R. T., Lewis, G. P. & Ratter, J. A. (Eds.), *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests Plant Diversity, Biogeography, and Conservation*. (pp. 1-30). Florida: CRC Press.
- Rubio, R.Y.G., Bárcenas, H., & Beltrán, A. (2010). Meseta de Cacaxtla, Sinaloa. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 405-410). México: Fondo de Cultura Económica.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D.F: Limusa.
- Rzedowski, J., & Calderón, G. (2013). Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*, 102, pp. 1-23.

- Secretaría de Gobernación. (2000). Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Meseta de Cacaxtla, ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, en el Estado de Sinaloa, con una superficie total de 50,862-31-25 hectáreas. *Diario Oficial de la Federación*. 27.11.2000.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario oficial de la Federación*. 05.06.2018.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 14.11.2019.
- Sicairos-Avitia, S., Díaz, S. J. & Sánchez-González, S. (2003). Recursos Bióticos Silvestres en la Zona Costera de Sinaloa. En Karam-Quiñones, C., & Beraud-Lozano, J. L. (Coords.), *Sinaloa y su Ambiente. Visiones del Presente y Perspectivas* (pp. 281-328). Culiacán, Sinaloa, México: UAS.
- The IUCN. (2022). Red List of Threatened Species (<https://www.iucnredlist.org/>). Consultada 11.04.2022.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11, pp. 2048-2063.
- Trejo, I. (2010). Las selvas secas del Pacífico mexicano. En Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinosa, E., Bezaury-Creel, J., & Dirzo, R. (Eds.), *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México* (pp. 41-52). México: Fondo de Cultura Económica.
- Tropicos. (2022). Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org/name/>. Consultada: 12-04-2022.
- United Nations. (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Available at: <https://population.un.org/wup/Download/>. Consultada 12.04.2022.
- Williams-Linera, G., & Lorea, F. (2009). Tree species diversity driven by environmental and anthropogenic factors in tropical dry forest fragments of central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 18, pp. 3269-3293.

Woodley, S., Rao, M., MacKinnon, K., Sandwith, T., & Dudley, N. (2021). Speaking a Common Language on What Should Count for Protecting 30 Per Cent by 2030? *Parks*, 27 (2), pp. 9-14.

Word Flora Online. (2022). Supporting the Global Strategy for Plant Conservation. <http://www.worldfloraonline.org>. Consultada 13.04.2022.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento por el apoyo en los muestreos de campo a los estudiantes de la Facultad de Biología UAS: Aispuro Medina Adán Enrique, Chávez Monzón Luz Mireya, Díaz Zazueta Marco Antonio, Félix Ramírez Isela Leonor, Laureán Hernández Marco Valentín, Martínez Chavira Ángela Briceyda, Molina Meza Luis Roberto, Ríos Reyes Alí Mauricio, Rivera Márquez Ángel Alberto, Ruelas Acevez Blanca Flor, Sosa Medina Flor Lizbeth, Zavala Monzón Adelia Guadalupe y Zazueta González Mayanin. A Vladimir Márquez Stone, Roberto C. Cárcamo Aréchiga y Loranda Calderón Zamora por sus relevantes observaciones al manuscrito.

SÍNTESIS CURRICULAR

Gilberto Márquez Salazar

Maestro en Ciencias en Biología Vegetal por la Facultad de Ciencias UNAM. Profesor e investigador de la Facultad de Biología UAS. Director e integrante de comités tesis de licenciatura y maestría. Responsable de proyectos de investigación. Autor y coautor de artículos sobre diversidad y riqueza de especies de bosques secos, especies invasoras, en riesgo de extinción y ANP. Evaluador de proyectos de investigación e Integrante del Sistema Estatal de Investigadores y Tecnólogos. Correo electrónico: gmarquez@uas.edu.mx.

José Saturnino Díaz

Biólogo, Maestro en ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente y Doctor en Biotecnología por el CIIDIR Sinaloa IPN. Profesor Investigador en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ha sido autor y coautor de varios artículos en revistas y libros sobre biotecnología, plantas invasoras, diversidad florística y vegetación de Sinaloa; además, es coautor de patente en biotecnología. Correo electrónico: jdiaz@uas.edu.mx.

Edgar Alberto Gámez Duarte

Biólogo, estudiante en el programa de Maestría en Ciencias Biológicas en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ha sido colaborador y responsable técnico en la elaboración de estudios de impacto ambiental, además de responsable técnico en la implementación y ejecución de las medidas de mitigación para proyectos carreteros. Correo electrónico: edgargamez.eb@uas.edu.mx

Jacek Márquez Stone

Biólogo, egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, actualmente labora de responsable técnico en el manejo y control de fauna en el aeropuerto de Ixtapa-Zihuatanejo, además de ser colaborador en distintos proyectos de investigación y manifestaciones de impacto ambiental, así como coautor de artículos científicos en revistas especializadas en flora. Correo electrónico: jacek_mars@hotmail.com

Bladimir Salomón Montijo

Cuenta con una licenciatura en Biología, maestría en Ingeniería Ambiental y un Doctorado en Ciencias Agropecuarias por el Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Actualmente es profesor de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Sus líneas de investigación van enfocadas a la relación del clima en los patrones de floración de cactáceas columnares en Sinaloa. Cuenta con publicaciones en revistas científicas y por sus contribuciones a la ciencia forma parte del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos y miembro activo de la Red Estatal de Divulgadores de la Ciencia y la Tecnología (RED-C). Correo electrónico: vladimir.salomon@uas.edu.mx