

Informe final* del Proyecto GT016
Diversidad fúngica en planicies del desierto central sonorense y centro del desierto chihuahuense

Responsable: Dr. Martín Candelario Esqueda Valle
Institución: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
Dirección: Carretera a Victoria Km 0.6, Hermosillo, Son, 83000 , México
Correo electrónico: esqueda@ciad.mx
Teléfono/Fax: (662) 280 61 31
Fecha de inicio: Junio 30, 2009.
Fecha de término: Mayo 11, 2011.
Principales resultados: Base de datos, informe final, fotografías.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Esqueda, M., M. Lizárraga, A. Gutiérrez, M.L. Coronado, R. Valenzuela, T. Raymundo, S. Chacón, G. Vargas y F. Barredo-Pool. 2012. Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense. CIAD-UACJ-CESUES-IPN-INECOL-CICY. **Informe final SNIB-CONABIO Proyecto GT016. México, D.F.**

Resumen:

La presente investigación se llevará a cabo en la Planicie del Desierto Central Sonorense (ecorregión 10.2.2.7) y la Planicie del Desierto Chihuahuense (ecorregión 10.2.4.1.), con el objetivo de realizar un estudio taxonómico, ecológico y corológico de los Myxomycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes, que crecen en estos desiertos. Los sitios muestreados se caracterizarán en cuanto a factores bióticos y abióticos, y con base en estos parámetros se harán análisis multivariados, para analizar y comparar la distribución y diversidad de especies. Derivado de ello, se propone incrementar con 275 registros la base de datos BIÓTICA 4.3 elaborada por CIAD, a través de proyectos previamente financiados por CONABIO: L021 y DC026, que incluyen registros de diversas regiones prioritarias para la conservación en Sonora. En esta ocasión se incluirían en la BD, registros de Chihuahua. Aunque el número de registros propuesto es conservador, debido a las condiciones áridas de las ecorregiones a estudiar, la fortaleza del proyecto se basa en el conocimiento limitado de los macromicetos (Ascomycetes y Basidiomycetes) y protoctistas (Myxomycetes) presentes en las regiones áridas del mundo, más aún en las planicies del Desierto Sonorense y Chihuahuense.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

PROYECTO

GT016



**DIVERSIDAD FÚNGICA EN PLANICIES DEL DESIERTO CENTRAL
SONORENSE Y CENTRO DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE**

Martín Esqueda¹, Marcos Lizárraga², Aldo Gutiérrez¹, Martha L. Coronado³,
Ricardo Valenzuela⁴, Tania Raymundo⁴, Santiago Chacón⁵,
Georgina Vargas¹ y Felipe Barredo-Pool⁶

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

³ Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

⁴ Instituto Politécnico Nacional

⁵ Instituto de Ecología, A.C.

⁶ Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

Contenido

ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE CUADROS	4
ÍNDICE DE MAPAS	5
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO GENERAL.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
El Desierto Sonorense	14
El Desierto Chihuahuense	17
Características Bióticas y Abióticas de las Localidades Estudiadas	17
Clima	17
Edafología.....	20
Vegetación	30
Análisis físico y químico de suelos	38
Análisis de Vegetación	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
Myxomycetes	45
Ascomycetes.....	54
Basidiomycetes.....	60
Agaricomycetidae xilófagos	60
Hongos Gasteroides.....	65
Índices de diversidad, dominancia y similitud determinados para macromicetos	74
CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las localidades seleccionadas de la Planicie del Desierto Chihuahuense.	12
Figura 2. Ubicación de las localidades seleccionadas de la Planicie del Desierto Central Sonorense.	13
Figura 3. Ecorregiones de estudio.	16
Figura 4. Dendrograma del análisis físico y químico de suelos.	42
Figura 5. Dendrograma de tipos de vegetación.	44
Figura 6. Índice de diversidad de Shannon evaluado para cada localidad de estudio.	76
Figura 7. Índice de diversidad de Shannon evaluado para las ecorregiones de estudio.	77
Figura 8. Índice de diversidad de Shannon evaluado para cada estación de estudio.	77
Figura 9. Índice de dominancia de Simpson evaluado para cada localidad de estudio.	78
Figura 10. Índice de dominancia de Simpson evaluado para las ecorregiones de estudio.	79
Figura 11. Índice de dominancia de Simpson evaluado para cada estación de estudio.	79
Figura 12. Riqueza de especies para cada localidad de estudio.	80
Figura 13. Riqueza de especies para las ecorregiones de estudio.	81
Figura 14. Riqueza de especies para cada estación de estudio.	81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Localidades de la Planicie del Desierto Central Chihuahuense.	9
Cuadro 2. Localidades de la Planicie del Desierto Central Sonorense.	10
Cuadro 3. Textura, porcentajes de partículas y de sodio intercambiable.	38
Cuadro 4. Análisis físico y químico de suelos, valores de fertilidad.	39
Cuadro 5. Análisis fisicoquímico de suelos, valores de salinidad.	41
Cuadro 6. Myxomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Centro del Desierto Chihuahuense y su distribución en el tiempo.	46
Cuadro 7. Myxomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.	51
Cuadro 8. Ascomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Centro del Desierto Chihuahuense y su distribución en el tiempo.	55
Cuadro 9. Ascomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.	57
Cuadro 10. Hongos Afiloforoides asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.	62
Cuadro 11. Hongos gasteroides asociados con las localidades de las Planicies del Centro del Desierto Chihuahuense y su distribución en el tiempo.	67
Cuadro 12. Hongos gasteroides asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.	70

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Clima de las localidades La Primavera, La Pintada, El Apache, Ejido Francisco Villa, Cañón de Nacapule y Maytorena.....	18
Mapa 2. Clima de las localidades Las Animas, Tuape, San Luis y El Papalote.....	19
Mapa 3. Clima de las localidades Médanos-Conejos, Samalayuca, Candelaria y El Cuervo.	21
Mapa 4. Clima de las localidades Puente Pegüis II, La Mula y Camino a San Antonio, km 2.....	22
Mapa 5. Clima de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.	23
Mapa 6. Edafología de las localidades La Primavera, La Pintada, El Apache, Ejido Francisco Villa, Cañón de Nacapule y Maytorena.....	24
Mapa 7. Edafología de las localidades Las Animas, Tuape, San Luis y El Papalote.....	25
Mapa 8. Edafología de las localidades Médanos-Conejos, Samalayuca, Candelaria y El Cuervo.	27
Mapa 9. Edafología de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.....	28
Mapa 10. Edafología de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.....	29
Mapa 11. Uso de suelo y vegetación de las localidades La Primavera, La Pintada, El Apache, Ejido Francisco Villa, Cañón de Nacapule y Maytorena.....	31
Mapa 12. Uso de suelo y vegetación de las localidades Las Animas, Tuape, San Luis y El Papalote.....	32
Mapa 13. Uso de suelo y vegetación de las localidades Médanos-Conejos, Samalayuca, Candelaria y El Cuervo.	34
Mapa 14. Uso de suelo y vegetación de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.	35
Mapa 15. Uso de suelo y vegetación de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.	36

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Planicie del Desierto Central Sonorense (*ecorregión 10.2.2.7*) y la Planicie del Desierto Chihuahuense (*ecorregión 10.2.4.1.*), con el objetivo de llevar a cabo un estudio taxonómico, ecológico y corológico de los Myxomycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes, que crecen en estos desiertos. Los 20 sitios muestreados se caracterizaron en cuanto a factores bióticos y abióticos, y con base en estos parámetros se hicieron análisis sobre la distribución y la diversidad de los Protoctista y Fungi determinados. Se incrementó en 525 registros, comprendidos en 108 especies, 58 géneros, 30 familias y 17 órdenes, la base de datos BIÓTICA 4.3 elaborada por CIAD, a través de proyectos previamente financiados por CONABIO: L021 y DC026, que incluyen registros de diversas regiones prioritarias para la conservación en Sonora. En esta ocasión se incluyeron en la BD, registros de Chihuahua. Los primeros registros para la biodiversidad de México son: Myxomycetes: *Badhamia spinispora*, *Comatricha mirabilis*, *Echinostelium coelocephalum* y *E. paucifilum*; Ascomycetes: *Carbomyces emergens* y *C. longii*; Basidiomycetes, Agaricomycetidae xilófagos: *Exidiopsis calcea*, *Hyphodontiella multiseptata*, *Mycoacia uda*, *Phellinus robustus*; Basidiomycetes, hongos gasteroides: *Geastrum mammosum*, *Tulostoma americanum* y *T. subsquamosum*. En cuanto a la myxobiota, la similitud fue del 56.3 % entre los desiertos. El conocimiento actual de la myxobiota en Chihuahua ascendió a 114 especies con 3 variedades, mientras que para Sonora a 112 especies. Así, el catálogo de Myxomycetes en México se incrementó a 327 especies, posicionándose estas dos entidades federativas entre los primeros lugares. En relación a hongos gasteroides, el número de especies conocidas para Sonora ascendió a 128, lo cual representa un 71 % del conocimiento nacional y es la Entidad Federativa donde se conoce la mayor diversidad de este grupo de hongos en México. El índice de diversidad de Protoctista y Fungi fue de 4.52 y 3.64 en las planicies centrales del Desierto Sonorense y centro del Desierto Chihuahuense respectivamente, con una diversidad promedio de 2.58 por localidad. La mayor riqueza de especies se observó en matorral desértico micrófilo durante invierno. La dominancia de protozoos y hongos fue baja en ambas ecorregiones, fluctuando de 0.01 a 0.03.

INTRODUCCIÓN

La importancia biogeográfica definió como prioritaria la región central de la planicie del Desierto Sonorense, en virtud de constituir el límite norte de especies de origen neotropical y sur de especies boreales. La vegetación predominante es la de matorral sarcocaula en la Sierra Libre y mezquital en la planicie. En estudios previos realizados por los autores de la presente propuesta han encontrado diversas especies fúngicas características de zonas áridas y con un conocimiento escaso sobre su distribución a nivel mundial en regiones protegidas de Sonora, a saber, *Araneosa columellata* Long, *Calvatia pygmaea* (R.E. Fr.) Kreisel, G. Moreno, C. Ochoa & Altés, *Disciseda hyalothrix* (Cooke & Masee) Hollós, *Disciseda stuckertii* (Speg.) G. Moreno, Esqueda & Altés, *Endoptychum arizonicum* (Shear & Griffiths) Singer & A.H. Sm. (Moreno *et al.*, 2007), *Disciseda verrucosa* Cunn., *Tulostoma mohavei* Lloyd (Esqueda *et al.*, 2006), entre otras.

El Desierto Chihuahuense cubre un área aproximada de 630,000 km², con una gran riqueza biológica, aproximadamente un 30 % de las especies de cactáceas del mundo crecen en esta zona (http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_desierto.php). Entre las especies más características de la zona están: *Larrea tridentata* Coville, *Prosopis glandulosa* Torr., *Flourensia cernua* DC., *Atriplex canescens* Nutt., *Parthenium incanum* Kunth, *Cylindropuntia cholla* (F.A.C. Weber) F.M. Knuth, *Opuntia imbricata* (Haw.) DC., *Yucca elata* Engelm., *Y. torreyi* Shafer, *Agave lechuguilla* Torr., *Fouquieria splendens* Engelm., *Ferocactus wislizenii* Engelm. Y *Dasyliirion* spp. (http://es.wikipedia.org/wiki/Desierto_de_Chihuahua). No se conocen estudios sistemáticos referentes a hongos y Myxomycetes en el Desierto Chihuahuense, existen citas aisladas de especies asociadas con este tipo de vegetación como *Badamia melanospora* Speg. y *Trichia agaves* (Moreno, Lizárraga & Illana) Mosquera *et al.* (Lizárraga *et al.*, 2003, 2005).

Debido a todo lo anterior se considera altamente relevante continuar el estudio en las zonas áridas, particularmente en la región central de la planicie del Desierto Sonorense y Chihuahuense, donde el conocimiento sobre la microbiota es limitado. Así mismo para la toma correcta de decisiones en el manejo de los recursos naturales y su

desarrollo sostenible, es de vital importancia el conocimiento de la biodiversidad, más aún en las regiones prioritarias para la conservación.

OBJETIVO GENERAL

Comparar la diversidad fúngica entre las planicies del Desierto Sonorense y Chihuahuense, con base en parámetros bióticos (especies de hongos, tipo de vegetación) y abióticos (edafología, geología, fisiografía, clima, entre otros).

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo incluyó dos áreas prioritarias: Planicie del Desierto Chihuahuense (ecorregión 10.2.4.1.) y Planicie del Desierto Central Sonorense (ecorregión 10.2.2.7). En el primero se muestreó en matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos. En el segundo, en matorral desértico micrófilo, mezquital y matorral sarcocaula. Se realizaron cuatro muestreos para cada región, uno por estación del año, teniendo 10 localidades para cada desierto. Se recolectaron organismos de dos Reinos: Protocista y Fungi, incluyendo tres clases: Protocista: Myxomycetes; y Fungi: Ascomycetes y Basidiomycetes.

La base de datos BIÓTICA 4.3 se enriqueció, la cual derivada de dos proyectos financiados por CONABIO (DC026 y L021), constaba de [1946] registros de ejemplares, [462] especies de hongos, [188] géneros, [68] familias y [50] localidades georreferenciadas en un 100 %. Así como un banco de imágenes con 250 fotos de hongos y microfotografías bajo microscopía electrónica de barrido.

En el Cuadro 1 y 2 se indican las 20 localidades muestreadas y seleccionadas considerando una serie de factores bióticos y abióticos, el conocimiento limitado de su microbiota, así como la accesibilidad de los sitios y el trazado de una ruta, para la optimización de los recursos (Figuras 1 y 2). Las localidades se georreferenciaron con la ayuda de un GPS Garmin eTrex Vista HCx, utilizando el Datum WGS84 como procesador de imágenes digitales. En cada sitio se hizo un análisis de vegetación, físico y químico del suelo, así como la caracterización de factores abióticos (clima, edafología, geología, etc.) con base en cartas temáticas y/o mapas digitales. La técnica de muestreo de

vegetación fue según las características de cada sitio, a saber, parcelas, cuadrantes, línea de intercepción o línea de Canfield (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974; Franco-López *et al.*, 1985; Bonham, 1989).

Cuadro 1. Localidades de la Planicie del Desierto Central Chihuahuense.

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud	Vegetación
Camino a San Antonio, Km 2	29°05'39.1"	103°52'38.0"	1065	MDM
Candelaria	31°07'32.0"	106°29'48.0"	1280	MDM
Carretera A Ojinaga Km 42	27°51'07.1"	104°44'04.7"	1265	MDM
El Cuervo	31°07'54.7"	105°42'47.8"	1100	MDM
Establo El Parral	27°24'53.3"	104°53'37.2"	1370	MDM
La Mula	29°14'24.0"	104°26'09.0"	1380	MDM
Médanos-Conejos	31°36'36.0"	106°47'03.0"	1300	VD
Parque Industrial	28°06'27.2"	105°24'53.9"	1160	MDM
Puente Pegüis II	29°32'28.9"	104°42'51.7"	770	MDM
Samalayuca	31°13'53.1"	106° 30'36.8"	1120	VD

MDM: Matorral desértico micrófilo, VD: Vegetación de desiertos arenosos

Las variables físicas y químicas del suelo determinadas, con base en muestras compuestas por localidad entre 0 y 30 cm de profundidad, fueron pH, porcentaje de materia orgánica total, Ca + Mg, Na⁺ no soluble, intensidad salina, textura del suelo, N-NO₃, P-PO₄, K⁺ (Castellanos *et al.*, 2000).

La obtención y las labores curatoriales de los hongos se realizaron de acuerdo con las técnicas convencionales en micología (Cifuentes *et al.*, 1986). A nivel de campo, los especímenes se caracterizaron en cuanto a tamaño, color, hábitat, hábito y reacciones microquímicas. En el laboratorio se hicieron preparaciones de las diversas colecciones y se montaron en KOH 5 %, solución de Melzer, azul de algodón en

lactofenol, rojo neutro 1 % en solución acuosa, para el análisis de las reacciones químicas y descripciones a nivel microscópico de las especies. Una vez caracterizado macro y microscópicamente el material colectado, se procedió a su identificación con base en bibliografía específica. Se siguió el sistema de clasificación de Kirk *et al.* (2008).

Cuadro 2. Localidades de la Planicie del Desierto Central Sonorense.

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud	Vegetación
Cañón de Nacapule	28°00'55.90"	111°03'4.10"	81	MSC
El Apache	28°18'59.60"	111°14'40.60"	43	M
Ejido Francisco Villa	28°06'56.30"	111°01'35.20"	139	MSC
La Pintada	28°33'50.80"	111°00'28.40"	233	MSC
La Primavera	28°48'09.70"	111°12'13.20"	167	MDM
Las Animas	30°09'54.10"	111°14'44.30"	770	M
Maytorena	28°04'05.50"	110°45'12.90"	40	MSC
El Papalote	29°16'20.30"	111°05'43.60"	348	M
San Luis	29°35'05.90"	111°01'12.70"	458	MDM
Tuape	30°02'42.70"	111°00'14.40"	670	MDM

MDM: Matorral desértico micrófilo, MSC: Matorral sarcocaula, M: Mezquital

En algunos casos se identificaron especies críticas mediante observaciones bajo el microscopio electrónico de barrido, empleando la técnica de punto crítico (Moreno *et al.*, 1995). Con base en ésta, las esporas de ejemplares secos se rehidrataron en hidróxido de amonio 50 % por 24 h, fijaron en glutaraldehído acuoso 3 %, deshidrataron en una serie de soluciones de etanol acuoso y finalmente, se colocaron en acetona. Las muestras se procesaron en un Polaron E-2000 durante 1 min a 1.2 Kv y 20 mA, en una atmósfera de argón para obtener una cubierta de oro de 500 Å.

Para conocer las relaciones de los grupos de hongos y las características bióticas y abióticas de las localidades, se obtuvieron índices de diversidad (Shannon), dominancia (Simpson) y similitud (Jaccard).

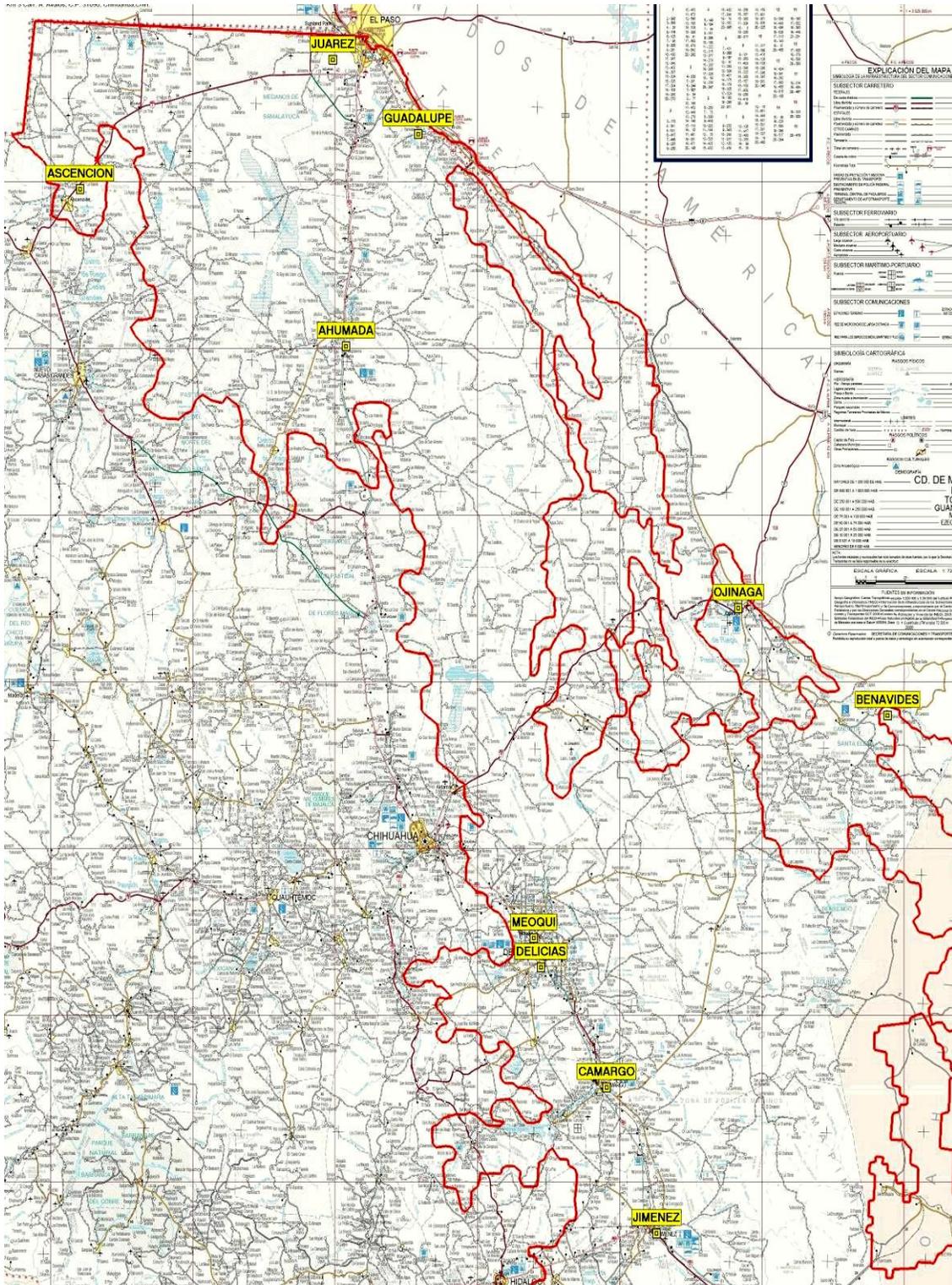


Figura 1. Ubicación de las localidades seleccionadas de la Planicie del Desierto Chihuahuense.

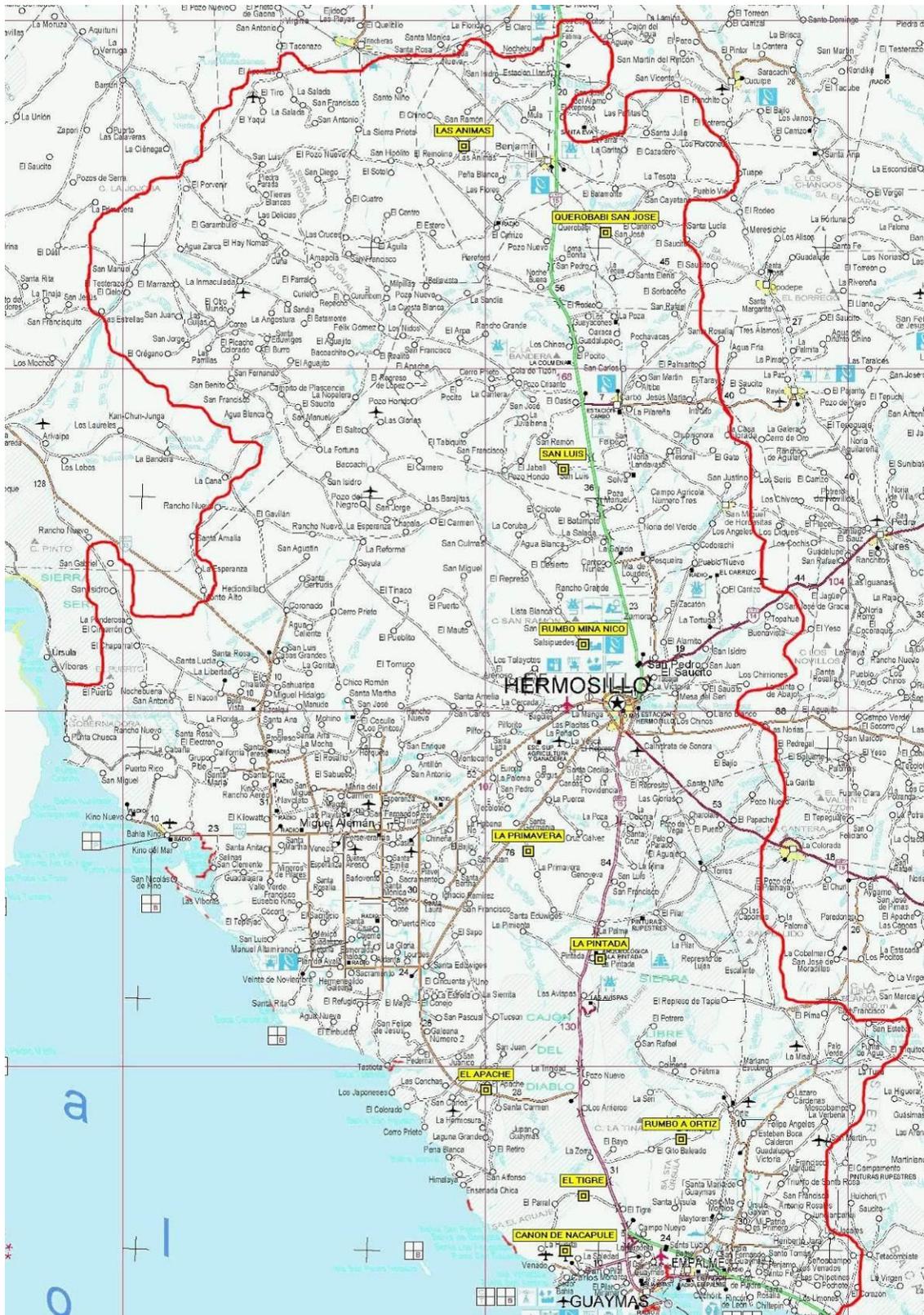


Figura 2. Ubicación de las localidades seleccionadas de la Planicie del Desierto Central Sonorense.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la zona de contacto entre México y Estados Unidos convergen dos regiones biogeográficas, la Neártica que avanza desde el norte y la Neotropical, originada desde el sur. Esto determina, en buena medida, la presencia de una gran diversidad de organismos y ecosistemas (Rzedowski, 1991), razón por la cual ambas naciones forman parte de los 17 países considerados megadiversos a nivel global (Mittermeier *et al.*, 1999). En dicha zona de convergencia se encuentran las serranías oriente y occidente, y se comparten dos de los grandes desiertos de Norteamérica, el Sonorense y el Chihuahuense, reconocidos por su elevado nivel de endemismos (Rzedowski, 1991). El área de muestreo estuvo comprendida por 20 localidades de dos ecorregiones pertenecientes a estos biomas (Figuras 1, 2 y 3), 10.2.4.1 Centro del Desierto Chihuahuense (Cuadro 1) y 10.2.2.7 Planicies del Desierto Central Sonorense (Cuadro 2).

El Desierto Sonorense

El Desierto Sonorense es uno de los biomas más importantes de Norteamérica, ocupa una región de aproximadamente 300 mil km² en el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos. Debe su nombre a que un tercio de su extensión total se encuentra en el Estado de Sonora. Shreve & Wiggins (1964) identificaron siete subdivisiones de la vegetación del Desierto Sonorense, basadas en las características y organización de las comunidades de plantas y en su ámbito geográfico de distribución. De las siete subdivisiones, cuatro están representadas en Sonora y una de ellas (Planicies de Sonora) es exclusiva del Estado (INEGI, 2000).

La subdivisión Planicies de Sonora cubre una extensión aproximada de 3 x 10⁶ ha localizadas en la parte central del Estado, entre la faja costera y las montañas de la Sierra Madre Occidental, a una elevación de entre 100 y 750 msnm. A pesar de su importancia ecológica hasta el momento no existe ninguna reserva formal que proteja este ecosistema y permita enfrentar la fuerte amenaza representada por la creciente invasión de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y el desarrollo urbano e industrial. Al norte de esta subdivisión probablemente se presenta la mayor diversidad de gramíneas

nativas que cualquier otra área del Desierto Sonorense. La densa cubierta del zacate borreguero

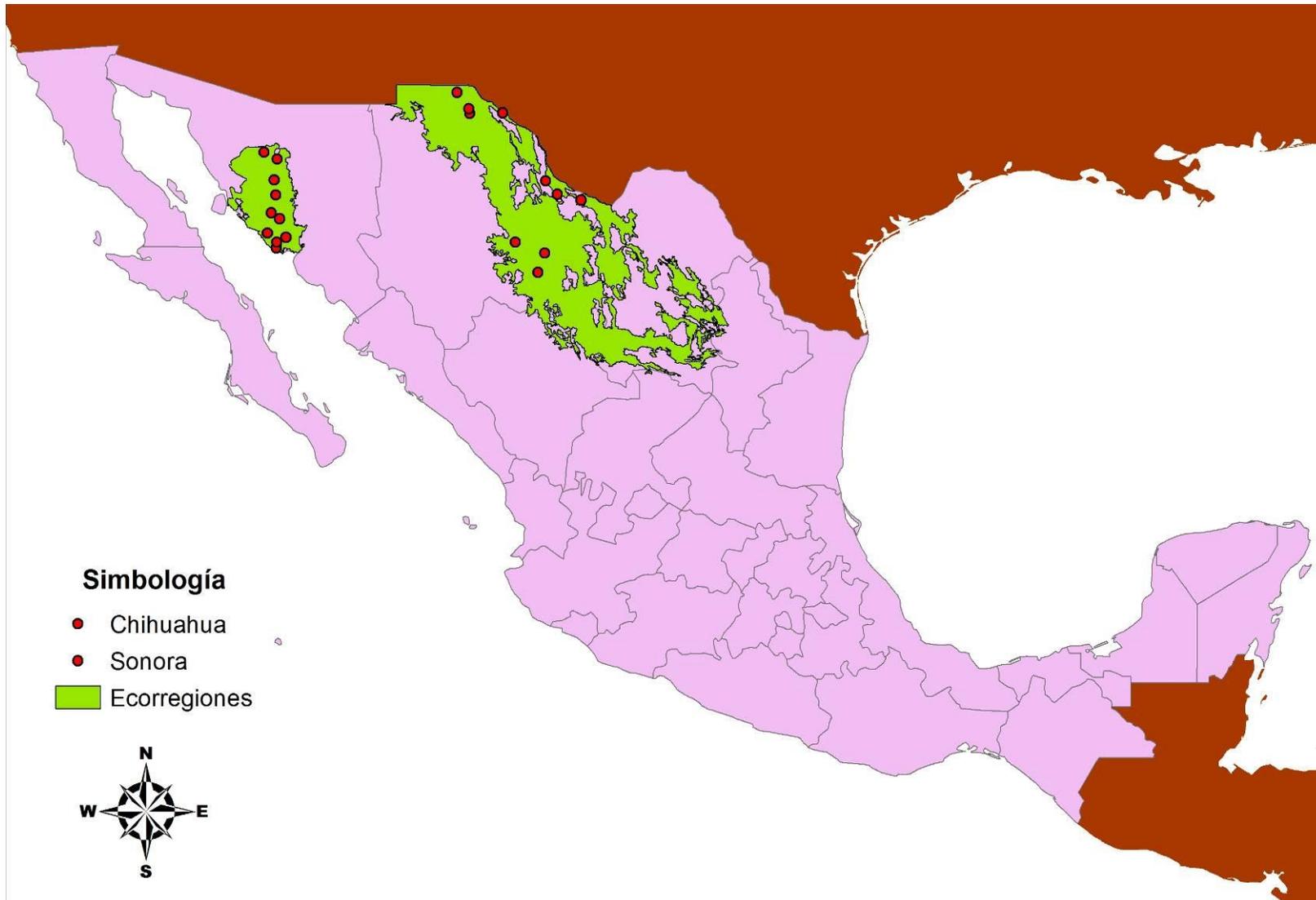


Figura 3. Ecorregiones de estudio.

(*Bouteloua diversispicula* Columbus) forma un tipo de pastizal desértico único en esta área. Al sur de Guaymas se presenta la transición de esta subdivisión con el matorral espinoso costero y hacia el este y en las montañas con el matorral espinoso de piedemonte. Otro cambio se observa en las montañas dentro de esta subdivisión, en las que se desarrolla el matorral espinoso de piedemonte, especialmente en las pendientes orientadas al norte y este con mayor humedad (INEGI, 2000).

El Desierto Chihuahuense

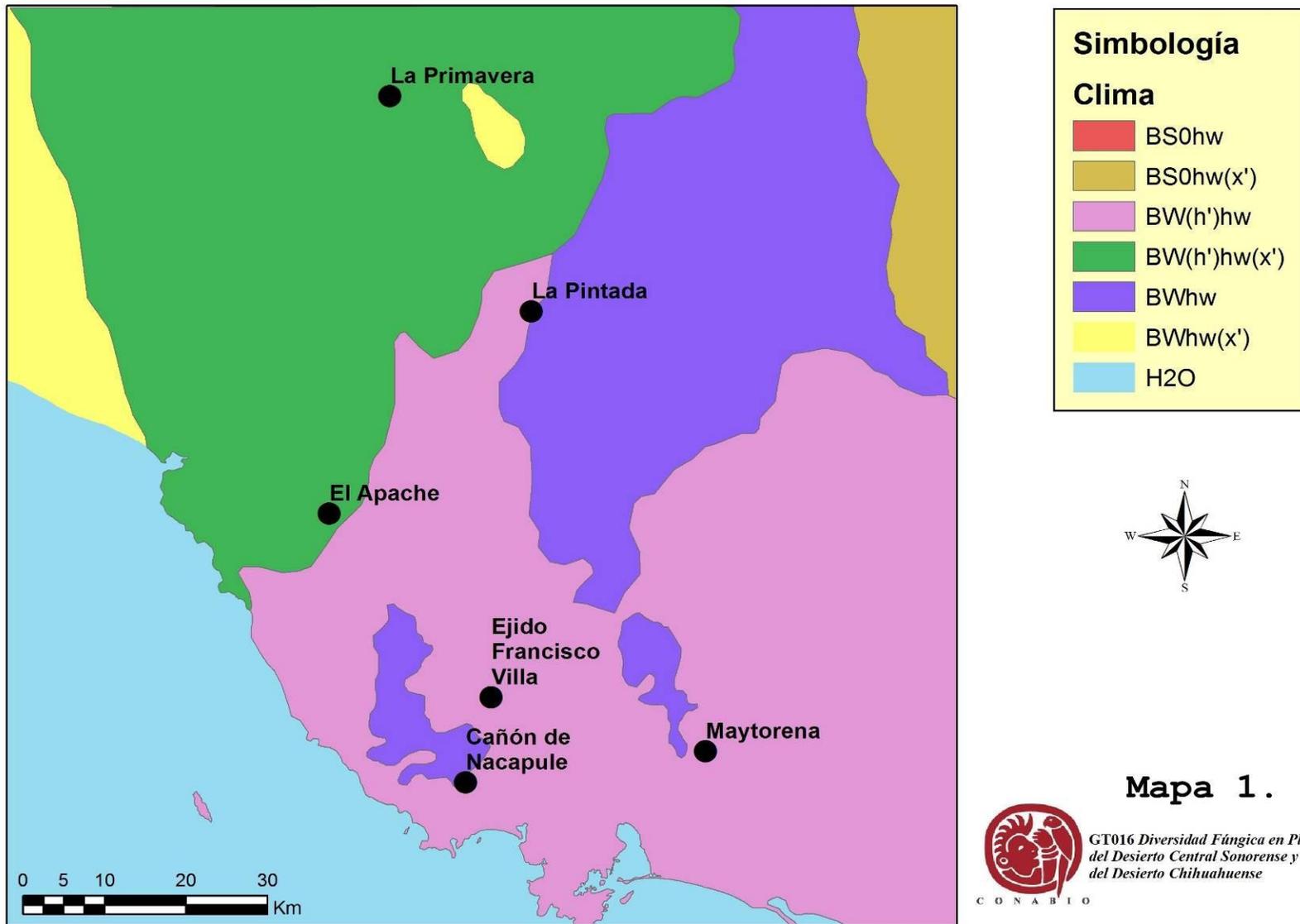
En cuanto al Desierto Chihuahuense, es el más extenso de Norteamérica, con 507,000 km², expandiéndose desde el valle del Río Bravo del Norte en el sur de Estados Unidos hasta la parte central de México. Así, alcanza a medir 1,900 km de largo por 1,300 de ancho. Su área incluye parte de los estados de Nuevo México, Arizona y Texas en los Estados Unidos, así como Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí en México (Rzedowski, 2006). Es un desierto zonal por encontrarse ligado a la presencia de altas presiones tropicales, así como por estar situado entre los 15 y 30 ° de latitud y ubicarse en una vasta región alejado de las masas de aire marítimo.

Características Bióticas y Abióticas de las Localidades Estudiadas

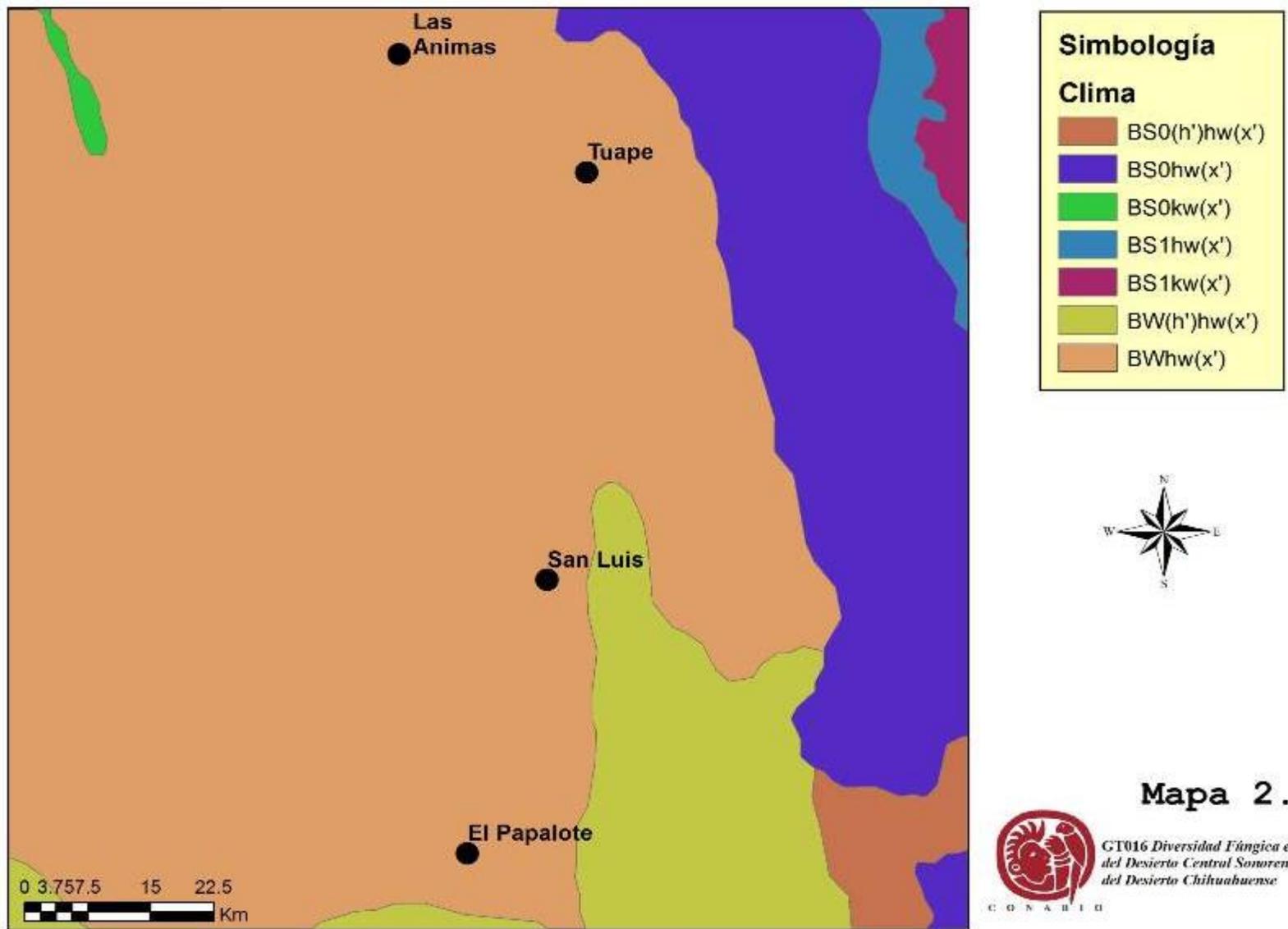
Clima

Los climas presentes en las localidades de estudio son del tipo muy secos, secos y semisecos, caracterizados por su alta temperatura y escasa precipitación. Las localidades de El Apache y La Primavera presentan el tipo de clima BW(h')hw(x'), el cual corresponde a un clima muy seco con lluvias en verano donde la temperatura media anual es mayor a 22 °C. Los meses con mayor temperatura corresponden a julio y agosto, mientras que en enero se presenta la temperatura media mensual más baja. La precipitación total anual oscila en los 200 mm en promedio, donde al igual que en temperatura, los meses lluviosos son julio y agosto. En estas localidades la lluvia invernal, es decir, la ocurrida en los meses de enero, febrero y marzo, corresponde a más del 10.2 % de la precipitación total anual (INEGI, 2000).

Las localidades denominadas Cañón de Nacapule, Ejido Francisco Villa, La Pintada y Maytorena están bajo la influencia del clima BW(h')hw (Mapa 1), el cuál es del tipo muy seco cálido con un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y 10.2 %. La temperatura media



Mapa 1. Clima de las localidades La Primavera, La Pintada, El Apache, Ejido Francisco Villa, Cañón de Nacapule y Maytorena.



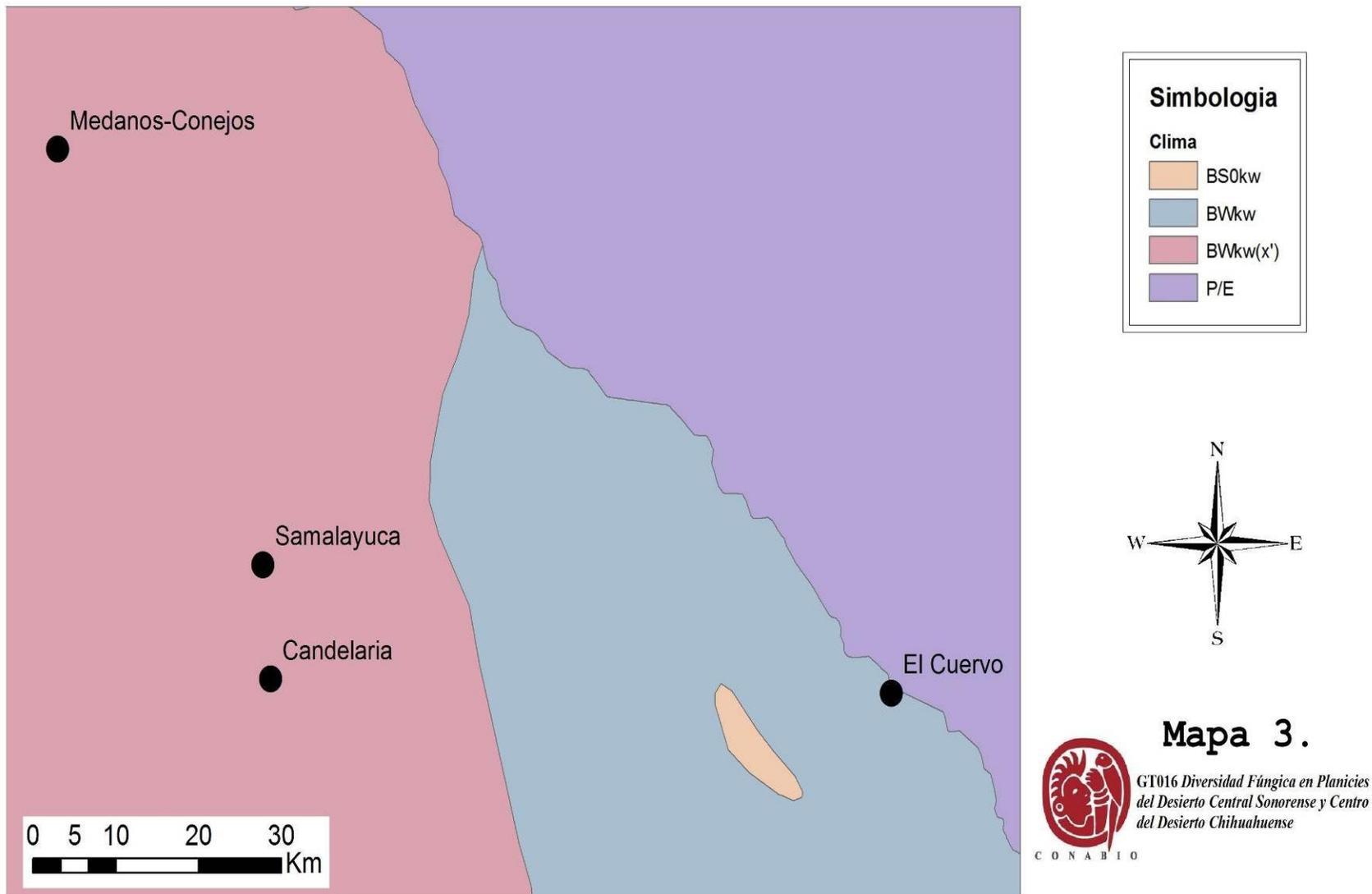
Mapa 2. Clima de las localidades Las Animas, Tuape, San Luis y El Papalote.

del mes más frío es mayor a 18 °C, considerándose un clima muy seco muy cálido (INEGI, 2000). Las localidades del Desierto Sonorense denominadas Las Animas, El Papalote, San Luis y Tapue presentan condiciones climáticas semejantes [BWhw(x')] (Mapa 2). A las de Camino a San Antonio Km 2, La Mula, Parque Industrial y Puente Pegüis II [BWhw] (Mapas 4 y 5) de las planicies de Chihuahua. La principal diferencia es que en las localidades sonorenses las lluvias son escasas y las que se presentan en invierno corresponden a más del 10.2 % anual, mientras que en las chihuahuenses entre el 5 y 10.2 % para ese mismo periodo. Los meses más calurosos son los de julio y agosto, con una temperatura promedio anual mayor a los 22 °C. Las precipitaciones se presentan principalmente en los meses de agosto y en ocasiones en julio y octubre. El mes más gélido es enero (INEGI, 2000).

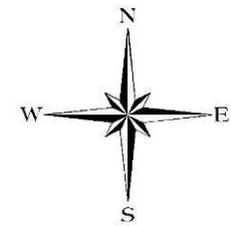
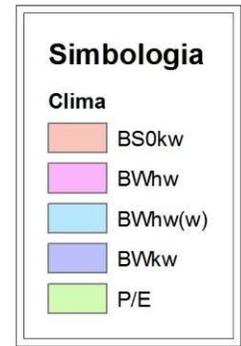
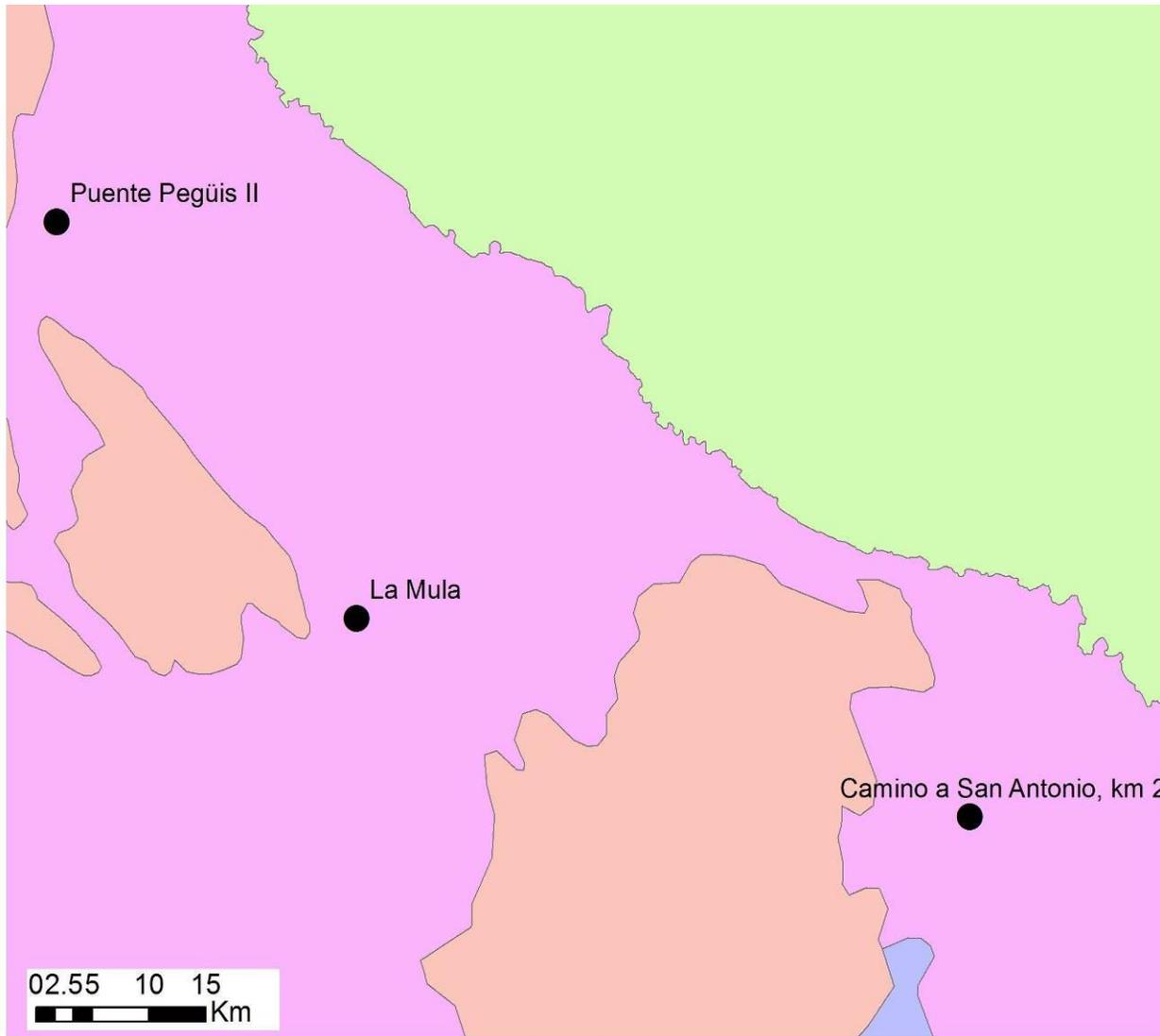
En Establo El Parral y Carretera a Ojinaga Km 42 se presenta un clima seco estepario semicálido [BS0hw(w)] (Mapa 5), con una temperatura media anual entre los 18 y 22 °C. El mes más frío –enero– en promedio es menor a los 18 °C. Su régimen de lluvias es de verano y el porcentaje de lluvia de invierno es menor al 5 %. En la localidad El Cuervo, el clima es seco del tipo templado con verano cálido (BWkw). El régimen de lluvias es de verano y el porcentaje de las que se presentan en invierno es entre el 5 y 10.2 %. La temperatura promedio anual es entre 12 y 18 °C y el mes más frío entre -3 y 18 °C. La temperatura del mes más cálido es mayor a los 18 °C. En Candelaria, Médanos-Conejos y Samalayuca, el clima [BWkw(x')] (Mapa 3) es similar a El Cuervo, con la variante de que a lo largo del año las lluvias son escasas y las que se presentan en invierno son mayores al 10.2 % del total (INEGI, 2000).

Edafología

En la ecorregión del Desierto Sonorense (Mapas 6 y 7), la mayor parte de los suelos son jóvenes conformados por las unidades de Litosol y Regosol, que son poco desarrolladas. Existen además otras que se consideran intermedias entre los suelos jóvenes y los propiamente maduros como son Yermosol y Xerosol. Estos suelos han tenido un incipiente desarrollo debido a las condiciones climáticas, ya que la escasa precipitación y la alta evapotranspiración en las zonas ocupadas por ellos, limita los procesos formadores. En las



Mapa 3. Clima de las localidades Médanos-Conejos, Samalayuca, Candelaria y El Cuervo.

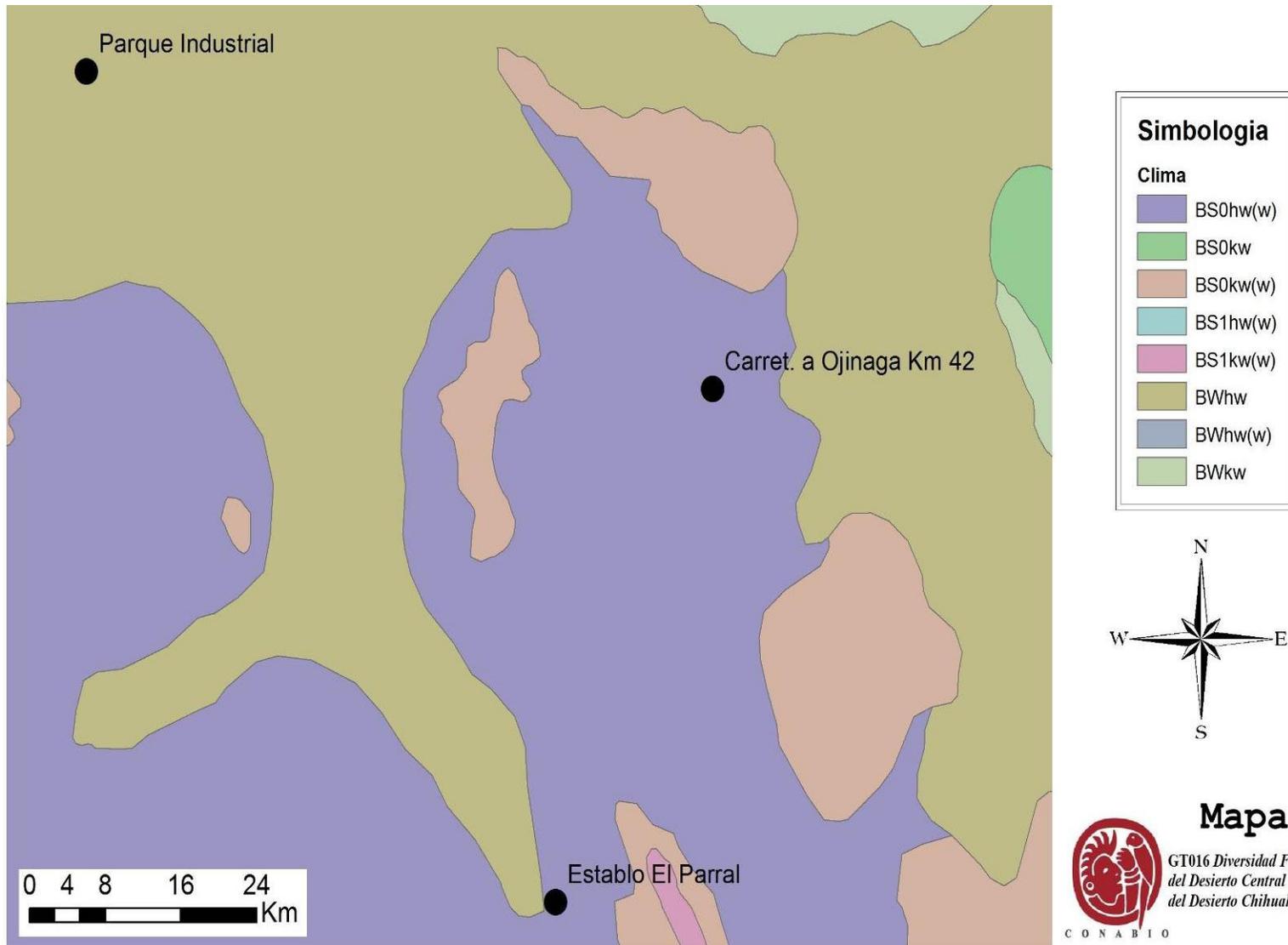


Mapa 4.

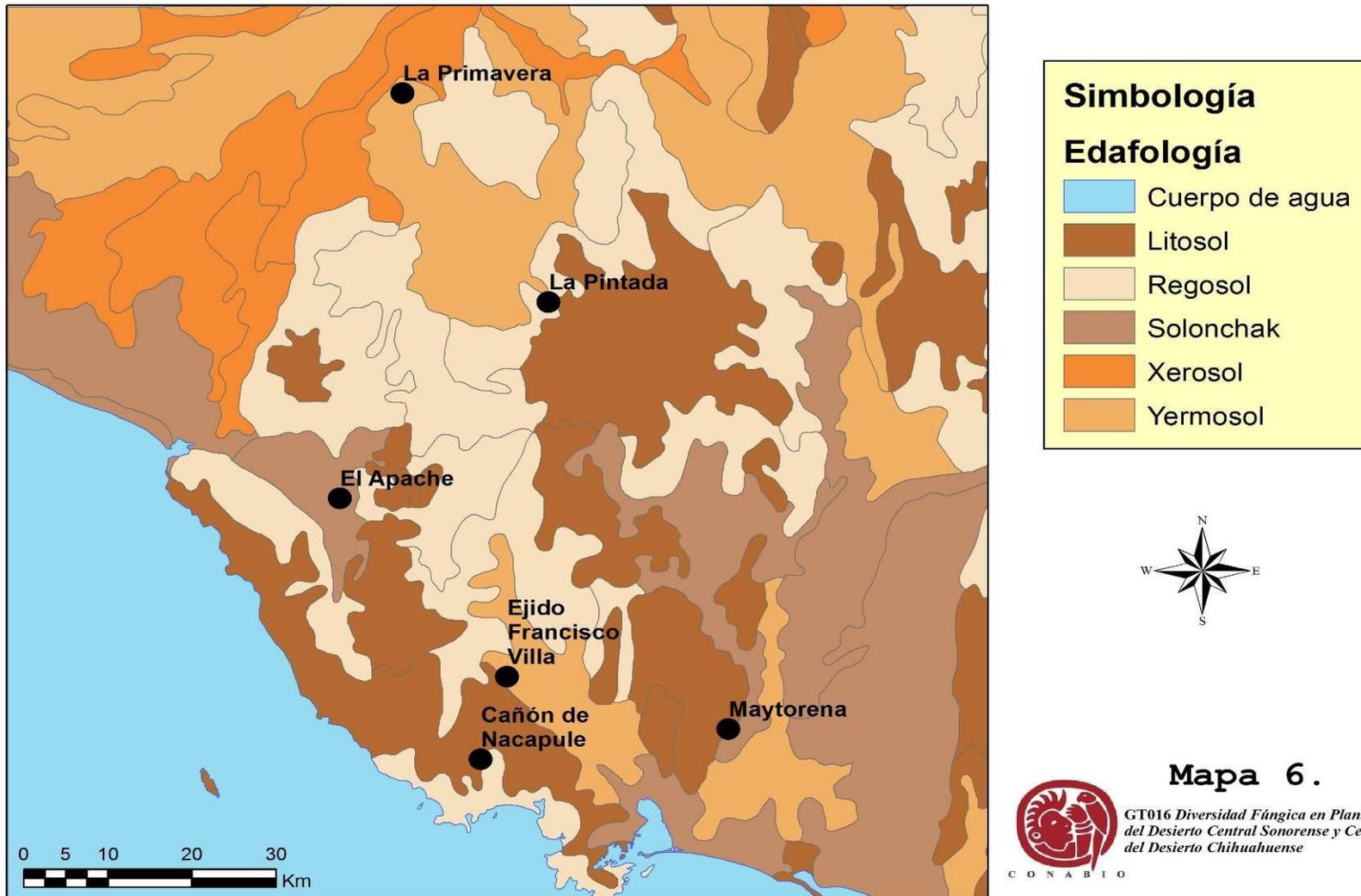


GT016 Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense

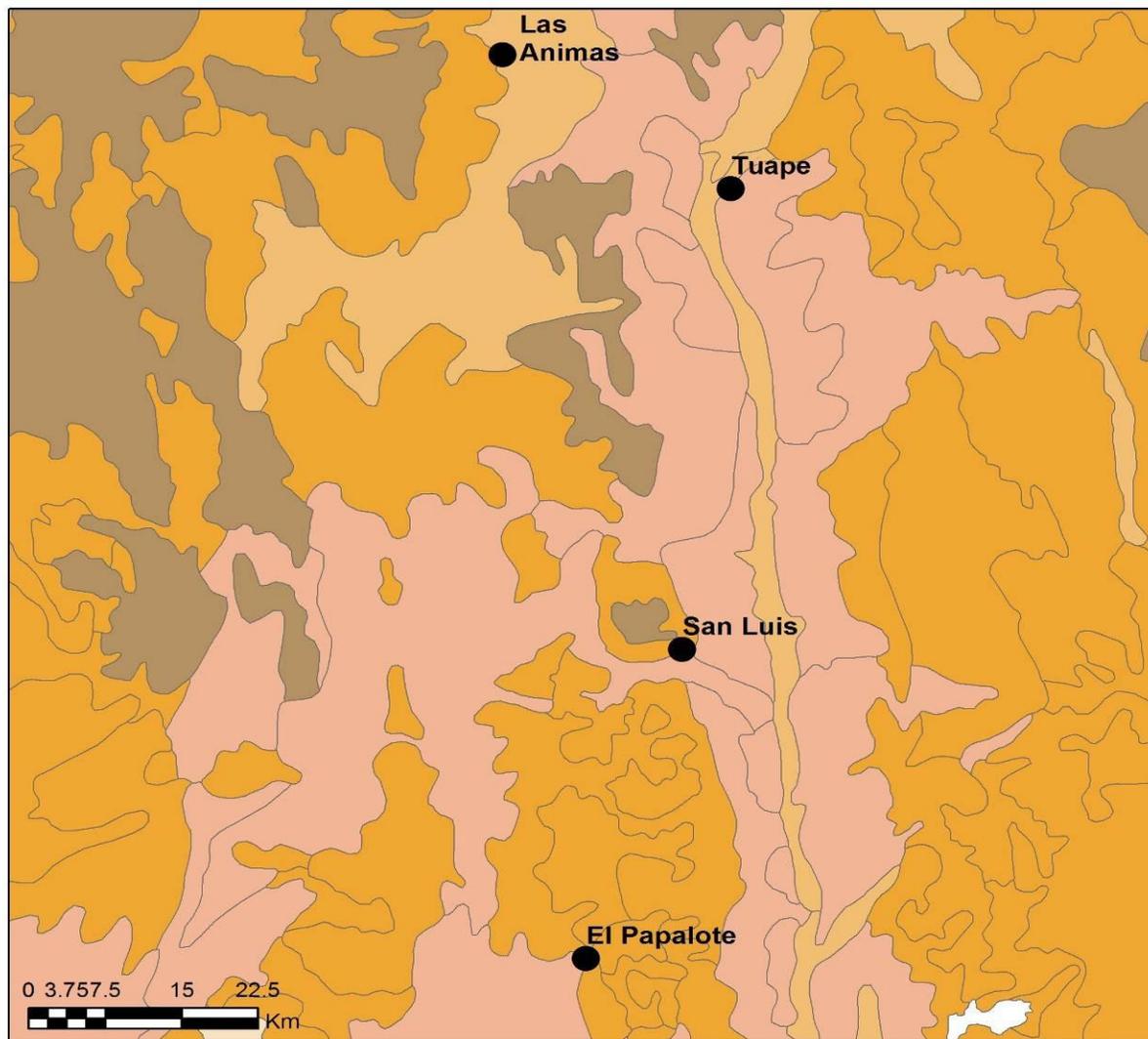
Mapa 4. Clima de las localidades Puente Pegüis II, La Mula y Camino a San Antonio, km 2.



Mapa 5. Clima de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.



Mapa 6. Edafología de las localidades La Primavera, La Pintada, El Apache, Ejido Francisco Villa, Cañón de Nacapule y Maytorena.



Mapa 7.

GT016 Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense

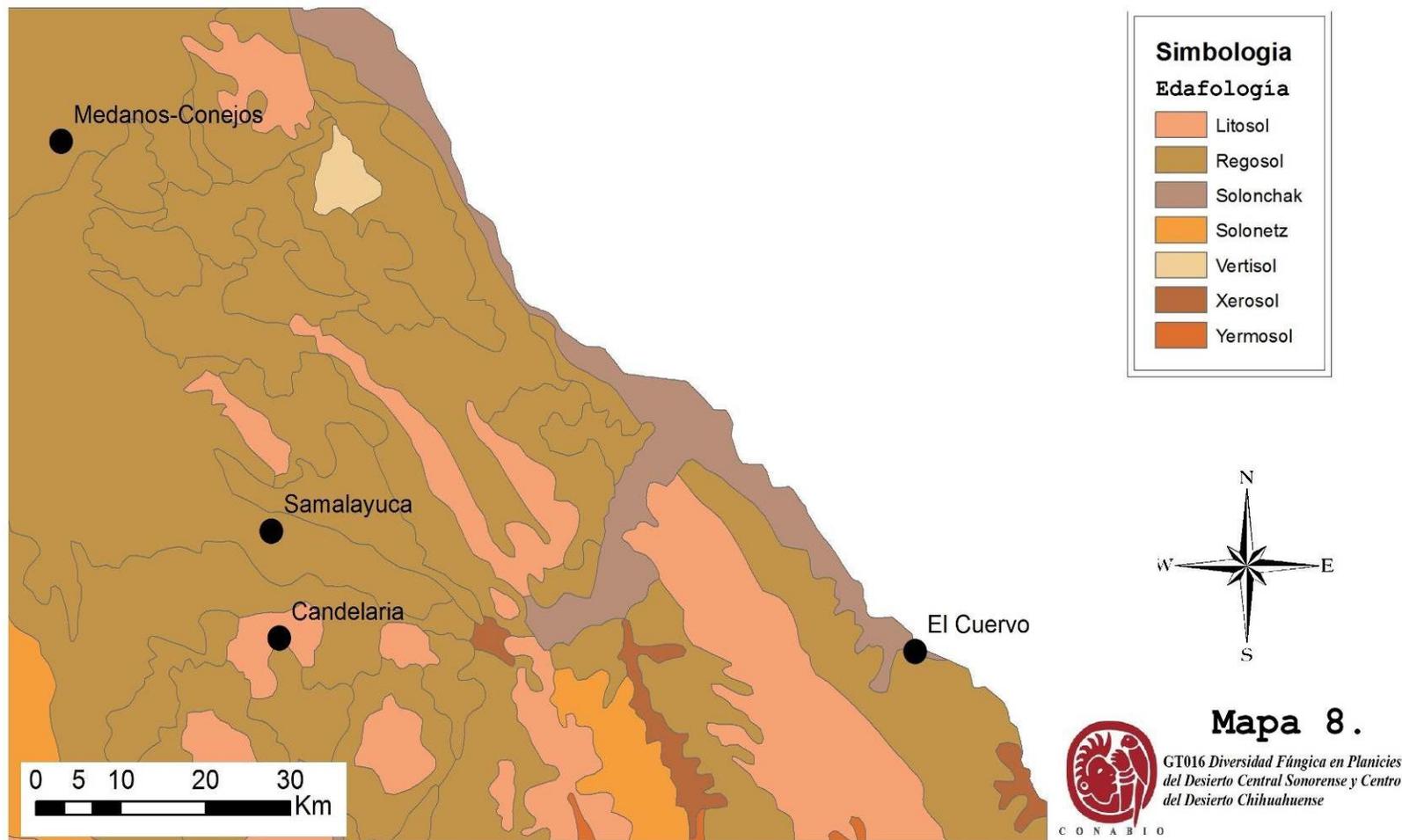
Mapa 7. Edafología de las localidades Las Animas, Tuape, San Luis y El Papalote.

localidades de La Pintada, El Papalote, El Apache, San Luis y Tapue, la textura dominante es arenosa y comprende en el Estado, la zona del Desierto de Altar, la sierra El Pinacate y una amplia faja costera que incluye la parte occidental de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses, la cual se estrecha en las proximidades de Hermosillo y que es donde se ubican estos sitios. En Cañón de Nacapule, Las Animas, Ejido Francisco Villa y La Primavera predominan los suelos con equilibrio de arena, arcilla y limo y en Maytoarena, la fracción principal es la arcillosa (INEGI, 2000).

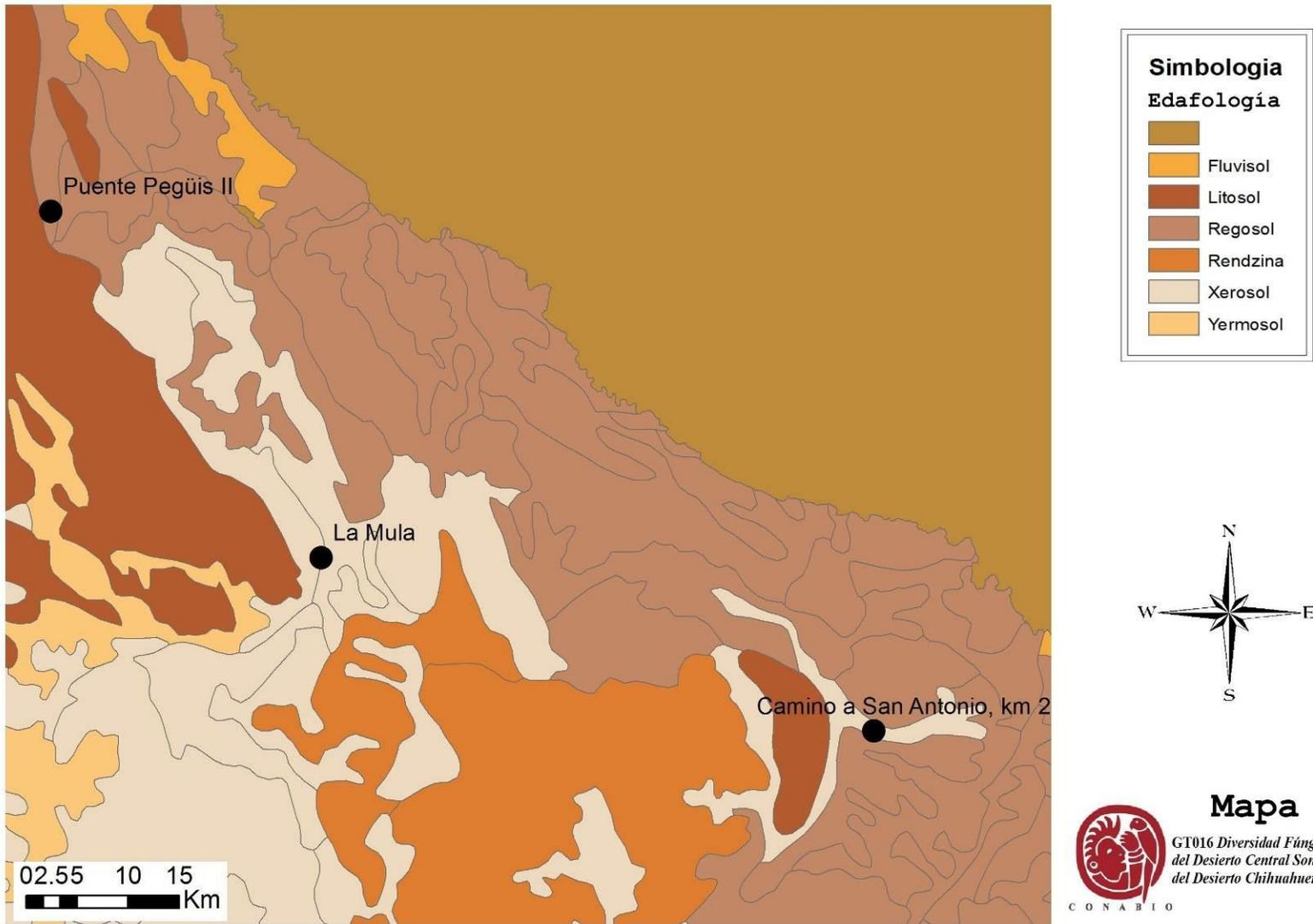
En las localidades de La Pintada y Ejido Francisco Villa se presentan suelos con fase física lítica, en los que existen rocas duras a menos de 50 cm de profundidad. En lo referente a la fase química, Las Animas presentan la tipo salina, caracterizada por la presencia de sales solubles, con conductividad eléctrica mayor a 4 dS m^{-1} a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, mientras que en Tapue la fase fue del tipo sódica, caracterizada por una saturación de sodio intercambiable mayor al 15 % (INEGI, 2000).

En las localidades de las Planicies Centrales del Desierto Chihuahuense (Mapas 8, 9 y 10), se presentan cuatro unidades de suelo que son producto de la interacción a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. De esta ecorregión, La Candelaria fue la única localidad que presentó como suelo dominante al Litosol. Los suelos de este tipo se caracterizan por ser menores de 10 cm de profundidad y por estar limitados por un estrato duro, continuo y coherente (fase lítica). La delgada capa superficial es un horizonte A ócrico (INEGI, 2010).

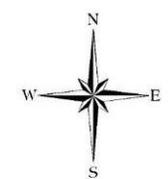
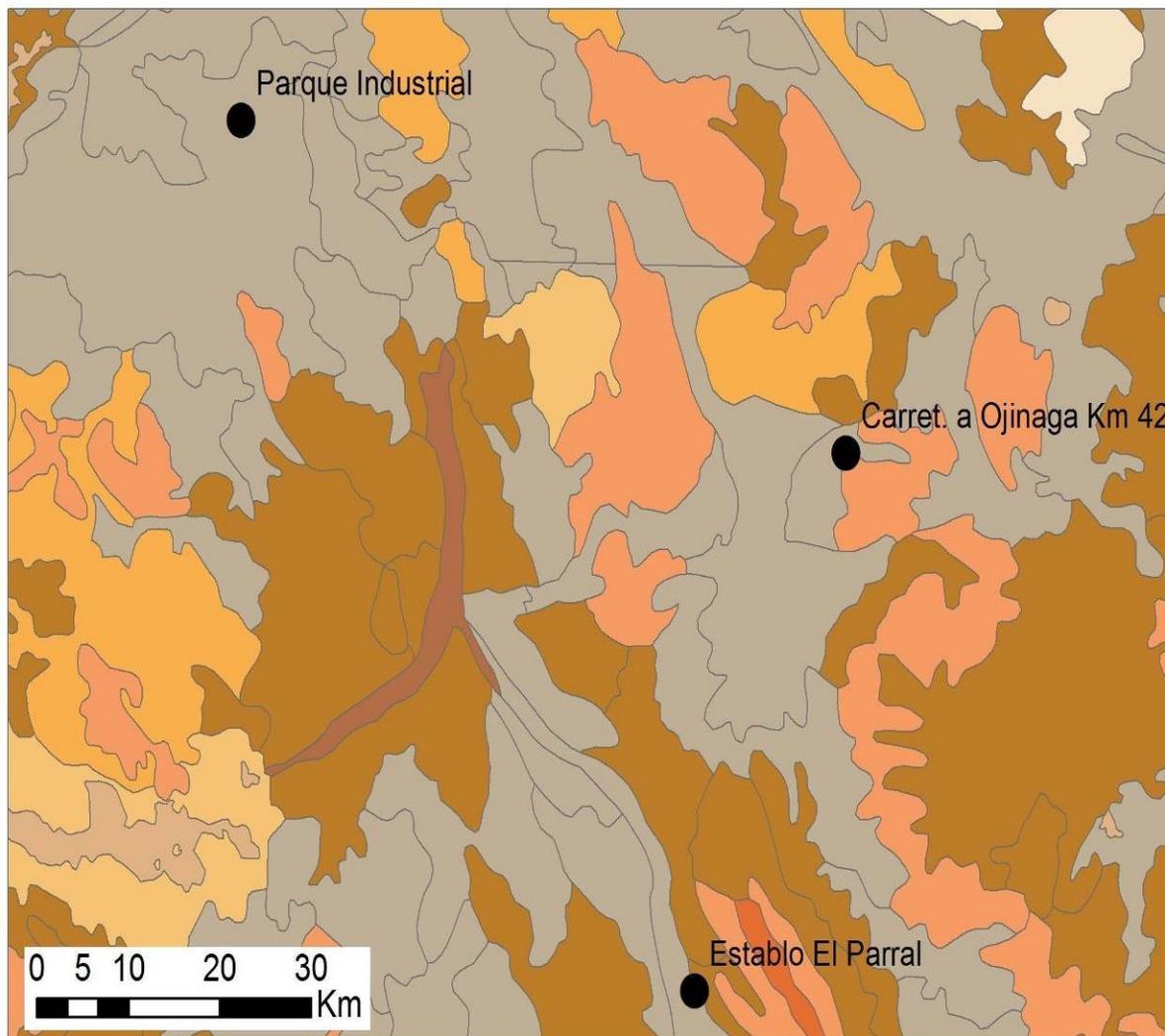
Los sitios de Carretera a Ojinaga Km 42, Establo El Parral, Camino a San Antonio Km. 2, La Mula y Parque Industrial presentan suelos xerosoles con horizonte A ócrico desarrollado y régimen de humedad árido, por ubicarse en zonas con climas secos semisecos y muy secos. En general, son suelos de origen aluvial, formados a partir de sedimentos del Cuaternario, así como de origen residual sobre rocas sedimentarias. En el resto de las localidades, Puente Pegüis II, El Cuervo, Médanos-Conejos y Samalayuca destacan los regosoles. Este tipo de suelo es de los dominantes en el Estado, ocupando 25.5 % de la extensión total. Estas unidades se caracterizan por ser considerados jóvenes, constituidos por materiales que son la etapa inicial para la formación de muchos otros suelos (INEGI, 2010).



Mapa 8. Edafología de las localidades Médanos-Conejos, Samalayuca, Candelaria y El Cuervo.



Mapa 9. Edafología de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.



Mapa 10.



GT016 *Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense*

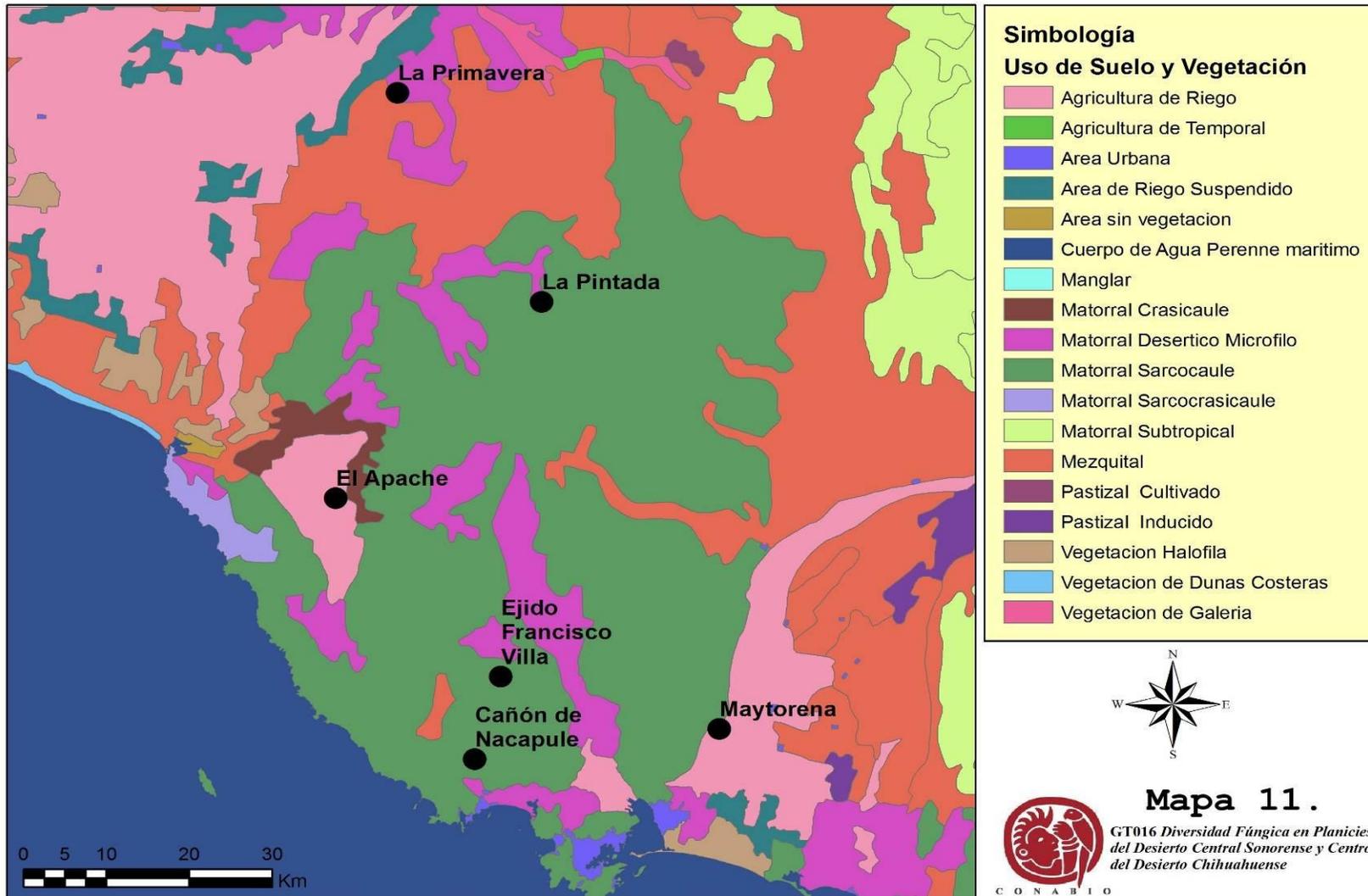
Mapa 10. Edafología de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.

La mayoría de las localidades presentó principalmente texturas medianas y gruesas. Puente Pegüis II, El Cuervo y Médanos-Conejos presentaron una fase física petrocálcica; es decir, con una capa delgada muy dura, la cual se disuelve y no completamente, en ácido. Esta capa está constituida de cal y algo de arena, y se encuentra a menos de 50 cm de profundidad. Otra fase presente fue la pedregosa, presentando muchas rocas a menos de 100 cm de profundidad y que limita o impide el uso de maquinaria agrícola. Las rocas miden de 7.5 a 25 cm en su parte más ancha, es decir, son mucho más grandes que las gravas y estuvieron presentes en los sitios La Mula y Carretera a Ojinaga Km 42 (INEGI, 2010).

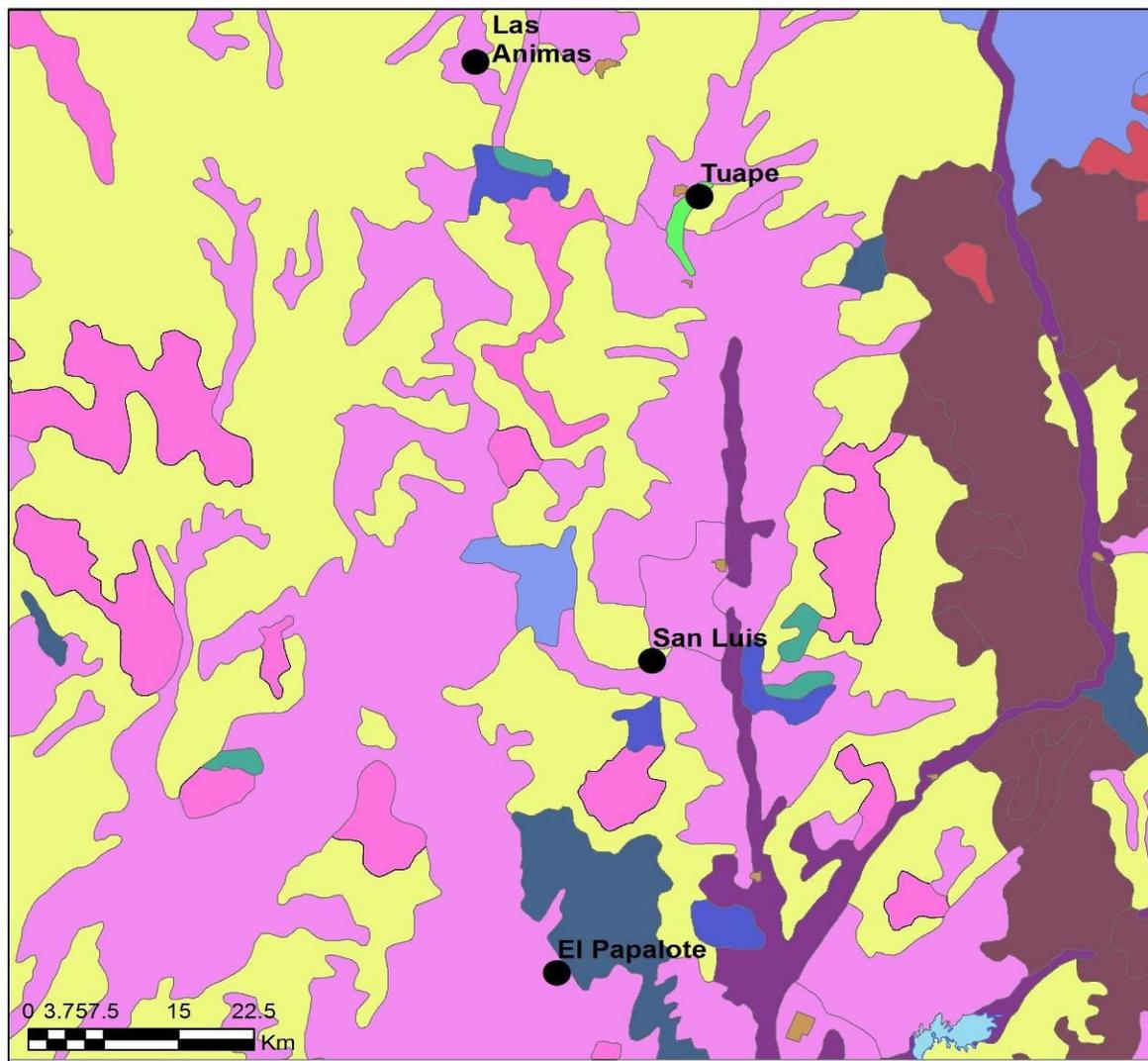
Vegetación

En Sonora la distribución de los tipos de vegetación está estrechamente vinculada a las condiciones climáticas. Así, en gran parte de la Llanura Sonorense dominan diferentes tipos de matorrales xerófilos, ya que los climas imperantes son muy secos y secos. En esta región, la diversidad de formas de vida de las especies es alta, predominan efímeras, arbustos, suculentas, entre otras, que brindan distintas fisonomías a las comunidades; además, la composición florística y la densidad vegetal son variables. Sin embargo, sólo algunas especies se desarrollan por toda esta zona como son: palo fierro (*Olneya tesota* A. Gray), gobernadora (*Larrea tridentata* Coville) y jojoba (*Simmondsia chinensis* C.K. Schneid.), al igual que los géneros *Ambrosia*, *Cercidium* y *Fouquieria* (INEGI, 2000).

Las Animas, El Papalote y El Apache se encuentran localizadas en zonas de Mezquital (Mapas 11 y 12). Este tipo de vegetación se encuentra desde el nivel del mar hasta 1,200 de altitud, en climas muy secos, secos y semisecos; con temperaturas medias anuales de 18 a 24 °C y lluvia total anual de 180 a 400 mm, que coincide con las características del área. Este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de diferentes especies de mezquites como *Prosopis glandulosa* Torr., *P. glandulosa* var. *torreyana* (L.D. Benson) M.C. Johnst. y *P. velutina* Wooton), acompañadas por otros arbustos espinosos e inermes que también se encuentran en los matorrales adyacentes, ya sea micrófilo o sarcocaulé. Su altura varía de 3 a 5 m, los elementos que lo constituyen están agrupados en dos o tres estratos. Se localiza en suelos profundos de los valles, en zonas de escurrimiento o en bajadas sobre yermosoles, regosoles, fluvisoles o xerosoles (INEGI, 2000).



Mapa 11. Uso de suelo y vegetación de las localidades La Primavera, La Pintada, El Apache, Ejido Francisco Villa, Cañón de Nacapule y Maytorena.



Simbología

Uso de Suelo y Vegetación

- Agricultura de Riego
- Agricultura de Temporal
- Area Urbana
- Area sin vegetacion
- Bosque de Encino
- Cuerpo de Agua Perenne interior
- Matorral Crasicaule
- Matorral Desertico Microfilo
- Matorral Sarcocaulo
- Matorral Subtropical
- Mezquital
- Pastizal Cultivado
- Pastizal Inducido
- Pastizal Natural



Mapa 12.



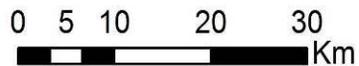
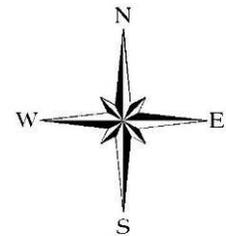
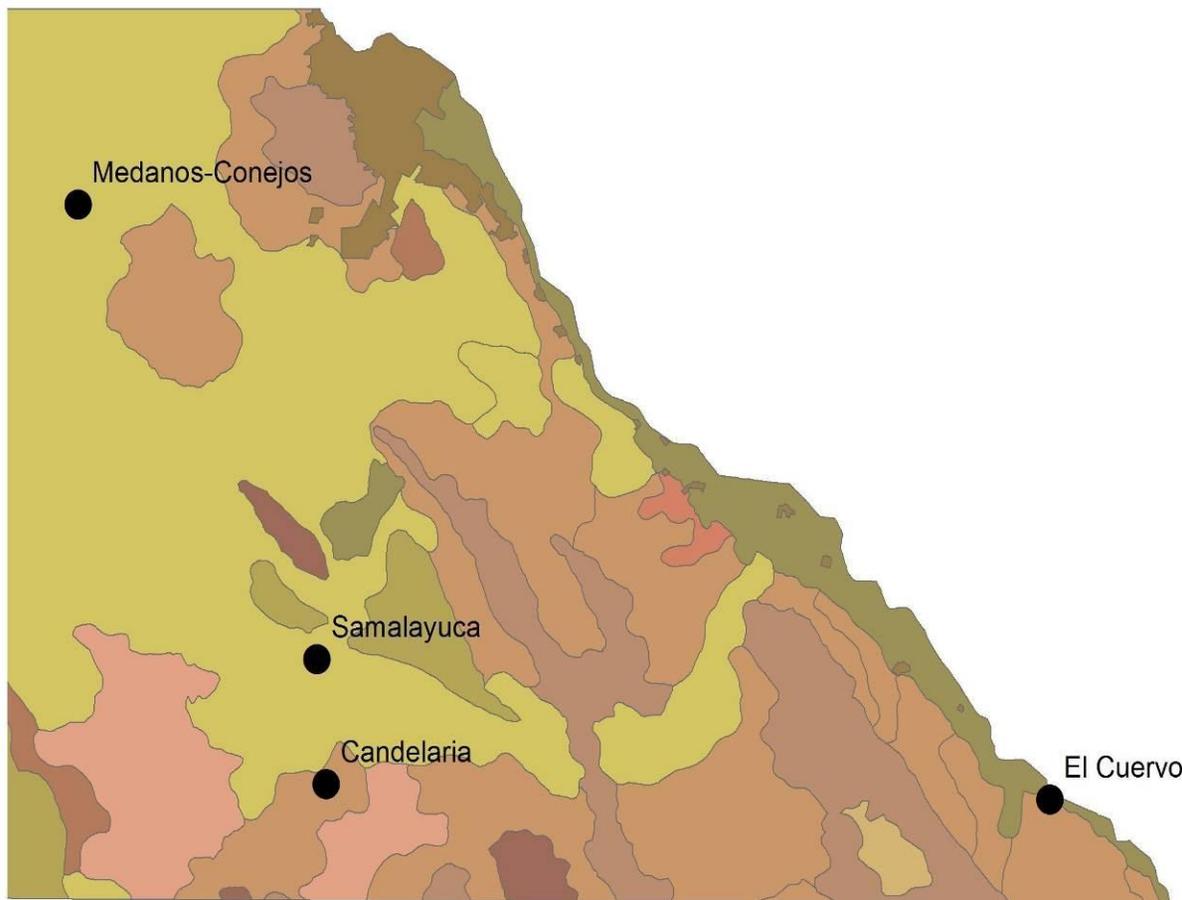
GT016 *Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense*

Mapa 12. Uso de suelo y vegetación de las localidades Las Animas, Tuape, San Luis y El Papalote.

El Matorral Sarcocaula está presente en las localidades de Cañón de Nacapule, Maytorena, La Pintada y Ejido Francisco Villa (Mapa 11). Esta comunidad vegetal está formada por arbustos de tallos carnosos o jugosos, algunos con corteza papirácea. Este matorral se desarrolla en climas muy secos y secos cálidos y semicálidos, y semisecos semicálidos, con temperaturas medias anuales entre 18 y 24 °C, y precipitación total anual inferior a 400 mm. Está sobre diferentes tipos de suelo como litosol, regosol, yermosol y xerosol, de los cuales algunos presentan fase lítica o gravosa. Las especies que caracterizan este tipo de vegetación son torotes o copales (*Bursera* spp.) y sangregados (*Jatropha* spp.), aunque a veces son rebasadas en número por palo fierro, palo verde (*Cercidium floridum* Benth. ex A. Gray), ocotillo (*Fouquieria splendens* Engelm.) y mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*) (Shreve & Wiggins, 1964; INEGI, 2000).

La Primavera, San Luis y Tapue se localizan en matorral desértico micrófilo (Mapa 12). Esta comunidad formada de arbustos cuyas hojas o folíolos son pequeños, ocupa con la vegetación de desiertos arenosos, las zonas más áridas de México. En Sonora tiene una amplia distribución sobre los terrenos de las provincias Llanura Sonorense y Sierras y Llanuras del Norte. Se encuentra en terrenos con una altitud entre 0 y 1,200 m, en climas muy secos semicálidos y cálidos con temperaturas medias anuales entre 20 y 24 °C, y precipitación total anual por abajo de 400 mm. Los suelos que lo sustentan son yermosoles, regosoles, litosoles, feozems y fluvisoles. Lo integran diversas asociaciones vegetales que varían en composición florística y en el lugar de ubicación de acuerdo con factores físicos y bióticos. De tal manera que sólo algunas especies características tienen una amplia distribución y a la vez llegan a dominar, tal es el caso de gobernadora o hediondilla (*Larrea tridentata*), palo verde (*Cercidium microphyllum* Rose & I.M. Johnst.), *Cercidium floridum*, palo fierro (*Olneya tesota*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), gato (*Acacia* spp.), mezquite (*Prosopis glandulosa*), chamizo (*Ambrosia chenopodiifolia* (Benth.) W.W. Payne), hierba del burro (*Ambrosia dumosa* (A. Gray) W.W. Payne) y rama blanca o hierba del vaso (*Encelia farinosa* A. Gray ex Torr.) (INEGI, 2000).

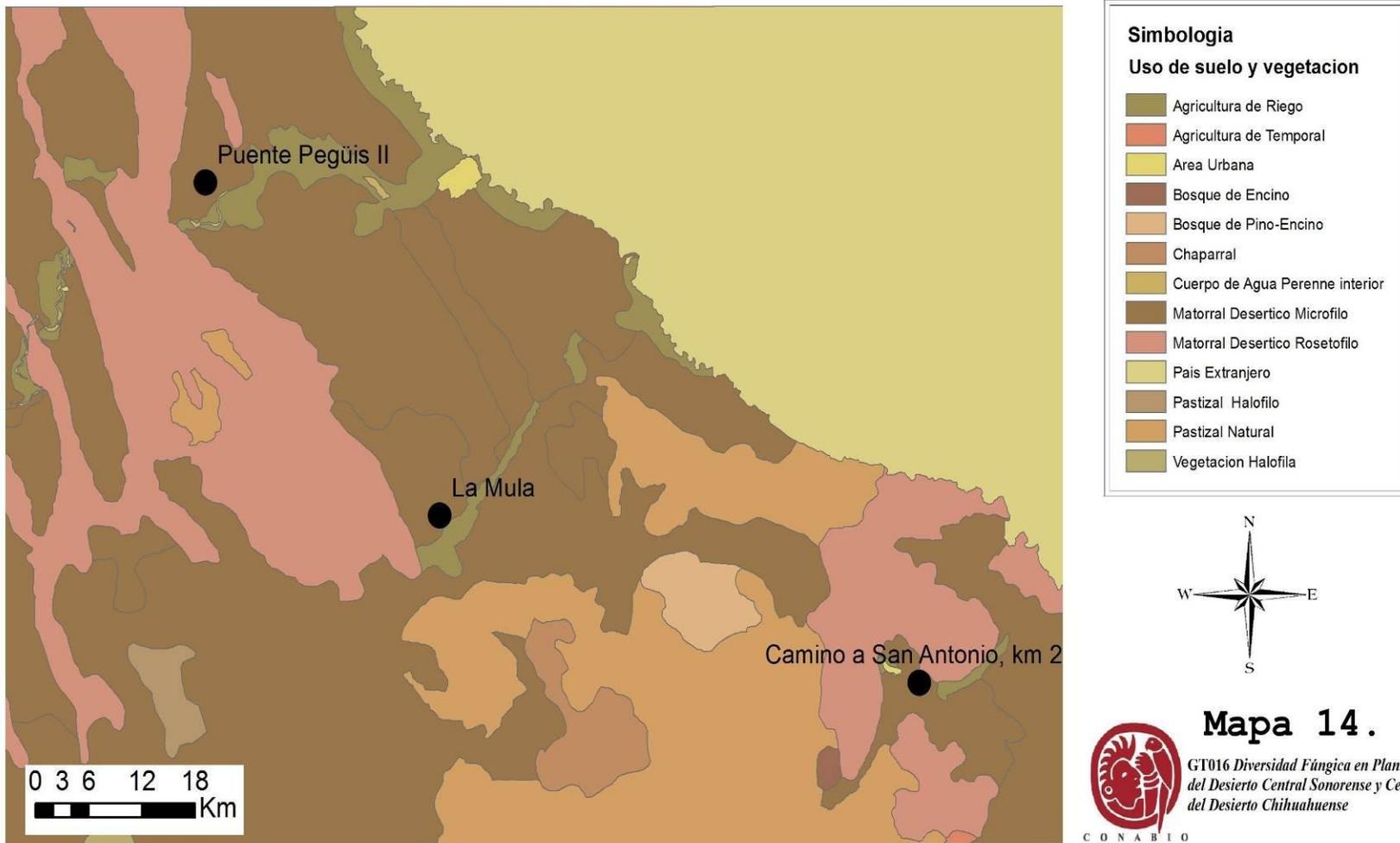
En las planicies centrales del Desierto de Chihuahua, todas las localidades con excepción de Médanos-Conejos y Samalayuca presentan este tipo de vegetación (Mapas 13, 14 y 15). El matorral desértico micrófilo es la forma de vida que mayores extensiones alcanza en el Estado. Al igual que en la zona sonorense, muestra una marcada preferencia



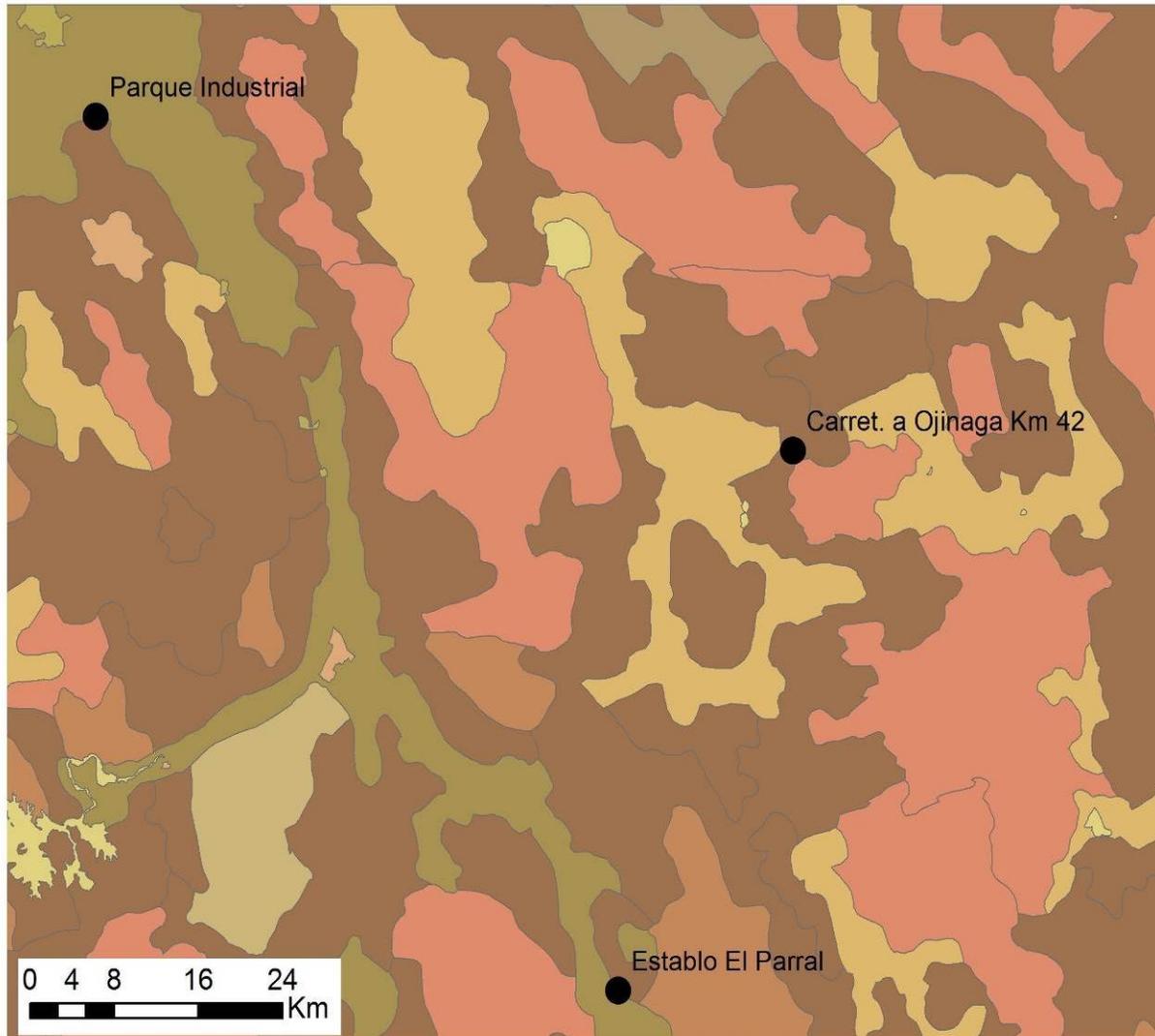
Mapa 13.

GT016 Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense

Mapa 13. Uso de suelo y vegetación de las localidades Médanos-Conejos, Samalayuca, Candelaria y El Cuervo.



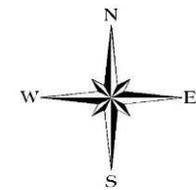
Mapa 14. Uso de suelo y vegetación de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.



Simbología

Uso de suelo y vegetación

- Agricultura de Riego
- Agricultura de Temporal
- Area Urbana
- Area sin vegetación
- Cuerpo de Agua Perenne interior
- Matorral Desertico Microfilo
- Matorral Desertico Rosetofilo
- Pastizal Halofilo
- Pastizal Inducido
- Pastizal Natural
- Vegetacion Halofila



Mapa 15.

GT016 *Diversidad Fúngica en Planicies del Desierto Central Sonorense y Centro del Desierto Chihuahuense*

Mapa 15. Uso de suelo y vegetación de las localidades Parque Industrial, Carretera a Ojinaga km 42 y Establo El Parral.

por crecer en terrenos aluviales, llanos y con suelos desarrollados, así como en climas secos y semicálidos. En general, esta comunidad xerófila se constituye por una agrupación uniforme de *L. tridentata*, con altura y cobertura muy variables, según sean las características del lugar donde se encuentre. La estructura que posee el matorral desértico micrófilo es muy compleja, en algunos casos está conformada por arbustos espinosos, con frecuencia de los géneros *Acacia*, *Opuntia* y *Prosopis*; en otros, se compone de elementos inermes (sin espinas), con hojas pequeñas o carentes de éstas, entre los que se encuentran *Larrea*, *Flourensia*, *Erioneuron* y en ciertos lugares *Lippia*; sin embargo, en la mayor parte de los casos, este matorral se compone de la mezcla de especies inermes y espinosas, por ello se denomina subinerme (INEGI, 2010).

Dos localidades se localizan en vegetación de desiertos arenosos, Samalayuca y Médanos-Conejos (Mapa 13). Las características de esta comunidad es que se encuentra conformada por arbustos que se agrupan por manchones sobre las dunas, fijándolas progresivamente. Algunos de los elementos presentes en estos lugares son *Prosopis glandulosa*, *Yucca*, *Artemisia* (estafiate), *Gutierrezia* (escobilla), *Sporobolus tiroides* Torr. (zacate salado) y *Atriplex canescens* Nutt., entre otros (INEGI, 2010).

Análisis físico y químico de suelos

La textura presente en 10 de los sitios estudiados fue arenosa, 9 franco-arenosa y 1 franca (Cuadro 3). Los valores de materia orgánica variaron de 0.27 a 3.21 %. Las concentraciones más altas se presentaron en Cañón de Nacapule (3.41), Establo El Parral (2.41) y El Apache (2.41) (Cuadro 4). Los más bajos se localizaron en Médanos-Conejos y Samalayuca, sitios con vegetación de desiertos arenosos y con presencia de cobertura vegetal escasa. Shreve & Wiggins (1964), mencionan que los suelos del desierto son pobres en materia orgánica y consecuentemente, limitados en humus. El pH resultó similar entre la mayoría de los sitios, los valores fluctuaron desde 6.8 (ligeramente ácido) hasta 8.59 (base débil). 16 de las 20 localidades presentaron un pH ligeramente básico, mayor o igual a 7.50.

Cuadro 3. Textura, porcentajes de partículas y de sodio intercambiable.

Localidad	Arcilla %	Limo %	Arena %	PSI %	Textura
Camino San Antonio Km 2	5	20	75	0.21	Arenosa
Candelaria	3	18	79	4.54	Arenosa
Cañón de Nacapule	3	14	83	0.70	Arenosa
Carretera a Ojinaga Km 42	9	18	73	1.85	Arenosa
Ejido Francisco Villa	5	24	71	0.00	Arenosa
El Apache	11	22	67	0.00	Francoarenosa
El Cuervo	3	18	79	0.68	Arenosa
El Papalote	9	24	67	0.00	Francoarenosa
Establo El Parral	3	44	53	0.00	Arenosa
La Mula	9	32	59	0.00	Francoarenosa
La Pintada	15	28	57	0.00	Francoarenosa
La Primavera	17	26	57	0.83	Francoarenosa
Las Animas	11	12	77	0.00	Arenosa
Maytoarena	11	25	69	1.06	Francoarenosa
Médanos-Conejos	3	0	97	0.00	Arenosa
Parque Industrial	15	14	71	2.54	Arenosa
Puente Pegüis II	19	32	49	0.00	Franco
Samalayuca	3	0	97	0.00	Arenosa
San Luis	9	22	69	0.00	Francoarenosa
Tuape	19	24	57	0.00	Francoarenosa

PSI: Porcentaje de sodio intercambiable.

Cuadro 4. Análisis físico y químico de suelos, valores de fertilidad.

Localidad	MO %	pH	CE- dS m ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ ppm	P-PO ₄ ⁻ ppm	K Ppm	Ca ppm	Mg ppm	S ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Na ppm
Camino a San Antonio Km 2	1.34	8.20	0.69	21.8	40.6	166	17,290	220	21	4.2	1.0	0.6	2.9	116
Candelaria	1.07	8.55	1.06	18.4	34.5	156	11,850	240	34	10.2	0.9	0.7	4.4	411
Cañón de Nacapule	3.21	7.94	0.89	20.9	40.7	238	3,950	290	23	7.6	0.9	1.3	6.0	198
Carretera a Ojinaga Km 42	1.87	8.35	0.68	36.5	28.5	150	24,110	400	20	9.0	2.6	0.8	2.2	272
Ejido Francisco Villa	1.14	7.00	0.68	19.7	16.0	324	2,560	100	20	11.1	0.7	1.1	7.2	95
El Apache	2.41	7.39	1.26	38.9	125.1	329	3,430	200	20	10.6	1.0	2.4	11.9	73
El Cuervo	0.60	8.47	0.83	29.1	32.2	178	23,420	280	27	7.2	0.4	1.4	5.0	125
El Papalote	0.54	7.69	0.64	19.0	60.1	126	2,070	140	23	10.1	1.9	1.6	4.5	70
Establo El Parral	2.41	8.00	3.10	68.7	32.2	254	24,580	320	112	1.2	0.9	1.3	3.1	96
La Mula	1.54	8.40	0.61	43.6	13.6	181	25,630	180	16	9.7	0.6	0.8	2.8	86
La Pintada	1.94	7.60	0.69	28.9	17.7	186	2,240	150	18	8.4	0.6	0.8	5.7	72
La Primavera	0.60	7.39	0.72	17.9	55.2	163	2,040	130	34	3.8	1.2	1.0	2.6	106
Las Animas	1.40	7.54	0.82	29.4	15.1	141	3,100	170	20	5.2	0.9	1.6	1.6	81
Maytorena	1.07	7.46	0.91	21.5	48.9	190	2,730	210	22	4.4	5.1	1.9	6.1	141
Médanos-Conejos	0.40	8.19	0.63	17.9	21.0	83	2,650	100	20	6.0	0.6	1.0	0.8	77
Parque Industrial	0.87	8.48	0.81	21.2	29.4	119	17,520	160	26	3.2	0.8	2.2	1.5	361
Puente Pegüis II	1.10	8.09	2.76	37.9	17.4	124	28,560	170	52	6.8	1.0	1.0	2.4	93
Samalayuca	0.27	8.46	0.56	17.5	22.4	98	2,710	90	24	6.2	0.4	0.6	0.7	63
San Luis	0.74	6.34	0.54	20.5	12.1	106	1,110	80	20	9.8	0.7	0.4	7.7	74
Tuape	1.87	7.77	0.81	23.2	33.0	201	7,650	300	25	6.3	1.2	1.0	2.6	101
Nivel de referencia	2.00	7.00	1.00	35.0	30.0	150	1600	250	70	6.00	2.00	1.80	7.00	<100

Los niveles del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) resultaron entre 0.0 y 4.54 en la mayoría de las muestras y con valores RAS de 0.27 a 4.08. En cuanto a conductividad eléctrica, los suelos se encontraron entre 0.54 y 3.10 dS m⁻¹. En relación con el calcio disponible, Las Animas, Tuape, El Apache, Puente Pegüis II y Establo El Parral presentaron un contenido alto, sobresaliendo estas dos últimas con valores cercanos a 25, las demás localidades estuvieron por debajo del dato de referencia. El magnesio disponible presentó solo en el sitio de Establo El Parral valores superiores al nivel de referencia. Shreve y Wiggins (1964) mencionan que una de las peculiaridades mejor conocidas de los suelos del desierto, es su alto contenido en sales solubles entre las más comunes se encuentran el calcio, cloruros, sulfatos de calcio, magnesio y sodio.

En cuanto al contenido de nutrientes, en general el nivel de nitratos fue bajo, con excepción de Establo El Parral (4.17) y El Apache (4.56) con un valor alto (Cuadro 5). En cuanto a los fosfatos todas las localidades estuvieron sobre el nivel de referencia (0.10). Las concentraciones variaron de 0.11 a 0.18 meq/L. Los sulfatos se presentaron en altas concentraciones en Establo El Parral y Puente Pegüis II, en el resto de las localidades fue baja. En la Figura 4 se observa la similitud de las localidades con relación al análisis físico y químico de suelos. Se encontró asociación entre los sitios de vegetación de desiertos arenosos, así como entre Puente Pegüis II y Establo El Parral, que tuvieron valores elevados de sulfatos, calcio y conductividad eléctrica.

Esqueda *et al.* (2000) mencionan que los macromicetos tienen un amplio espectro ecológico y que los patrones de distribución de estos organismos están altamente influidos por el tipo de suelo, las condiciones altitudinales y climáticas, más que por el tipo de vegetación o vecindad geográfica.

Cuadro 5. Análisis fisicoquímico de suelos, valores de salinidad.

Localidad	pH SAT.	CE- dS m ⁻¹	RAS %	NO ₃ ⁻ meq/lt	PO ₄ ⁻ meq/lt	SO ₄ ⁼ meq/lt	CO ₃ ⁼ meq/lt	HCO ₃ ⁻ meq/lt	Cl ⁻ meq/lt	Na ⁺ meq/lt	K ⁺ meq/lt	Ca ⁺⁺ meq/lt	Mg ⁺⁺ meq/lt
Camino a San Antonio km 2	8.24	0.69	1.00	1.54	0.14	1.30	0.2	2.2	1.6	1.59	0.31	4.57	0.46
Candelaria	8.59	1.06	4.08	0.55	0.12	2.98	0.4	3.6	3.0	6.05	0.20	3.94	0.45
Cañón de Nacapule	7.98	0.89	1.33	0.56	0.14	2.86	0.6	2.0	2.8	2.24	0.91	4.59	1.11
Carr. a Ojinaga km 42	8.39	0.68	2.13	1.17	0.12	0.75	0.0	2.4	2.4	2.89	0.24	3.24	0.45
Ejido Fco. Villa	7.04	0.68	0.74	0.60	0.12	0.17	0.4	3.6	2.0	1.11	1.16	3.84	0.70
El Apache	7.43	1.26	0.56	4.56	0.18	1.91	0.0	4.0	2.0	1.24	1.60	8.26	1.52
El Cuervo	8.51	0.83	1.32	0.70	0.13	0.72	0.0	2.8	4.0	2.17	0.69	4.79	0.62
El Papalote	7.73	0.64	0.48	0.64	0.16	1.41	0.2	2.6	1.4	0.78	0.38	4.44	0.78
Establo El Parral	8.04	3.10	0.27	4.17	0.12	23.33	0.0	1.8	1.6	1.02	0.91	26.47	2.59
La Mula	8.44	0.61	0.58	0.87	0.12	1.74	0.2	1.6	1.6	0.91	0.29	4.42	0.49
La Pintada	7.64	0.69	0.48	0.65	0.14	0.59	0.0	3.8	1.8	0.78	0.69	4.49	0.90
La Primavera	7.43	0.72	1.42	1.47	0.16	1.60	0.0	2.0	2.0	2.17	0.31	3.84	0.82
Las Animas	7.58	0.82	0.81	3.29	0.12	0.43	0.0	2.6	1.8	1.44	0.45	5.26	1.03
Maytorena	7.50	0.91	1.58	0.64	0.14	0.56	0.4	3.2	4.2	2.70	0.61	4.64	1.15
Médanos-Conejos	8.23	0.63	0.65	0.61	0.11	2.00	0.0	2.0	1.6	1.02	0.44	4.14	0.74
Parque Industrial	8.52	0.81	2.62	1.01	0.14	1.78	0.0	3.2	2.0	3.78	0.14	3.64	0.53
Puente Pegüis II	8.13	2.76	0.38	1.13	0.11	23.39	0.0	1.6	1.4	1.35	0.45	24.80	0.99
Samalayuca	8.50	0.56	0.65	0.70	0.12	0.86	0.0	2.0	2.0	0.94	0.35	3.74	0.58
San Luis	6.38	0.54	0.72	1.28	0.12	1.07	0.0	1.0	2.0	1.00	0.48	3.24	0.66
Tuape	7.81	0.81	0.69	1.29	0.13	0.54	0.0	3.4	2.8	1.22	0.62	5.34	0.95
Nivel de referencia	7.00	1.00	<5	3.00	0.10	2.00	<1	<3	<5	<5	0.50	5.00	2.00

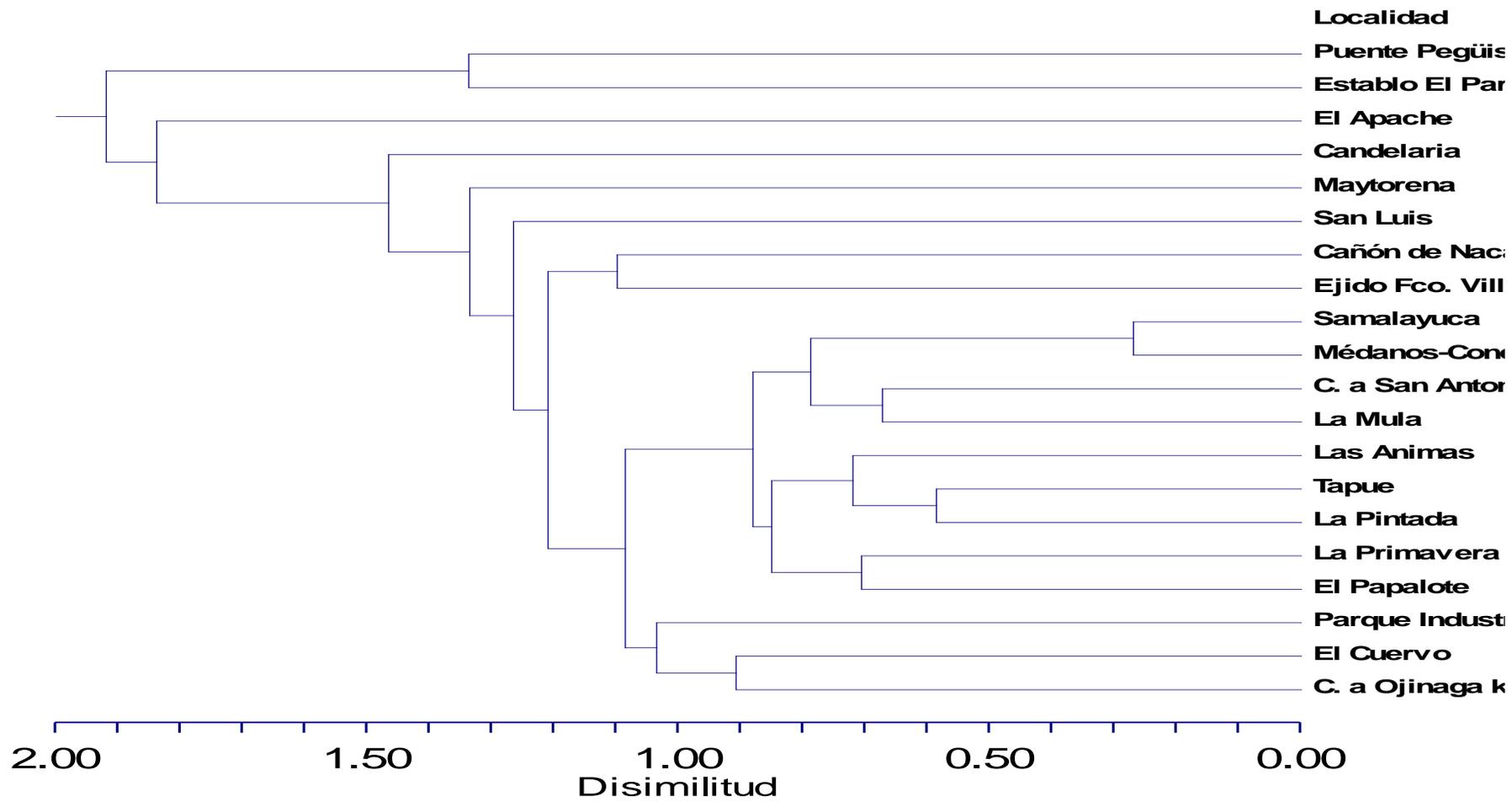


Figura 4. Dendrograma del análisis físico y químico de suelos.

Análisis de Vegetación

La composición de especies vegetales varió en cada uno de los desiertos, presentándose vegetación de mayor tamaño en el Desierto Sonorense y un mayor número de cactáceas en el Desierto Chihuahuense. En la ecorregión de Sonora, *Prosopis velutina*, *Parkinsonia microphylla*, *Parkinsonia praecox*, *Fouquieria macdougalii*, *Bursera laxiflora* y *B. lancifolia*, *Forchammeria watsonii*, *Guaiacum coulteri* y *Olneya tesota* dominaron el estrato arbóreo y *Encelia farinosa*, *Larrea tridentata*, *Jatropha cuneata* y *J. cinerea*, *Mimosa laxiflora*, *Fouquieria splendens*, *Lycium berlandieri* y *L. andersonii*, el estrato arbustivo. En la planicie centro de Chihuahua, la especie que dominó el estrato arbóreo fue *Prosopis glandulosa*, mientras que en el estrato arbustivo: *Larrea tridentata*, *Opuntia leptocaulis*, *Acacia constricta*, *Yucca elata*, *Viguera stenoloba*, *Coryphantha* sp., *Echinocereus enneacanthus*, *Koeberlinia spinosa*, *Cylindropuntia imbricata*, *Echinocactus horzonthalonius*, *Grusonia schottii*, *Opuntia macracantha* y *Echinocereus pectinatus*.

En total fueron cuatro diferentes tipos de vegetación considerando las 20 localidades de muestreo. La vegetación que mostró una mayor riqueza de especies fue el matorral desértico micrófilo, con 84. Esto debido en parte, a que 11 de los sitios estudiados presentaron esta vegetación. En matorral sarcocaulé, el número de taxones fue de 50, distribuidos en cuatro localidades, mientras que en mezquital se presentaron 40 en tres sitios. Finalmente con 16 taxones asociados a dos puntos de muestreo se encontró la vegetación de desiertos arenosos.

En la Figura 5 se observa la similitud de los tipos de vegetación con base en los taxones de hongos encontrados en ellos. Con base en el número de especies presentes en ambos sitios, mezquital y vegetación de desiertos arenosos arrojaron un coeficiente de disimilitud de 1.092, con matorral sarcocaulé fue de 1.184 y el que se encontró mayor disimilitud con 1.633 fue matorral desértico micrófilo.

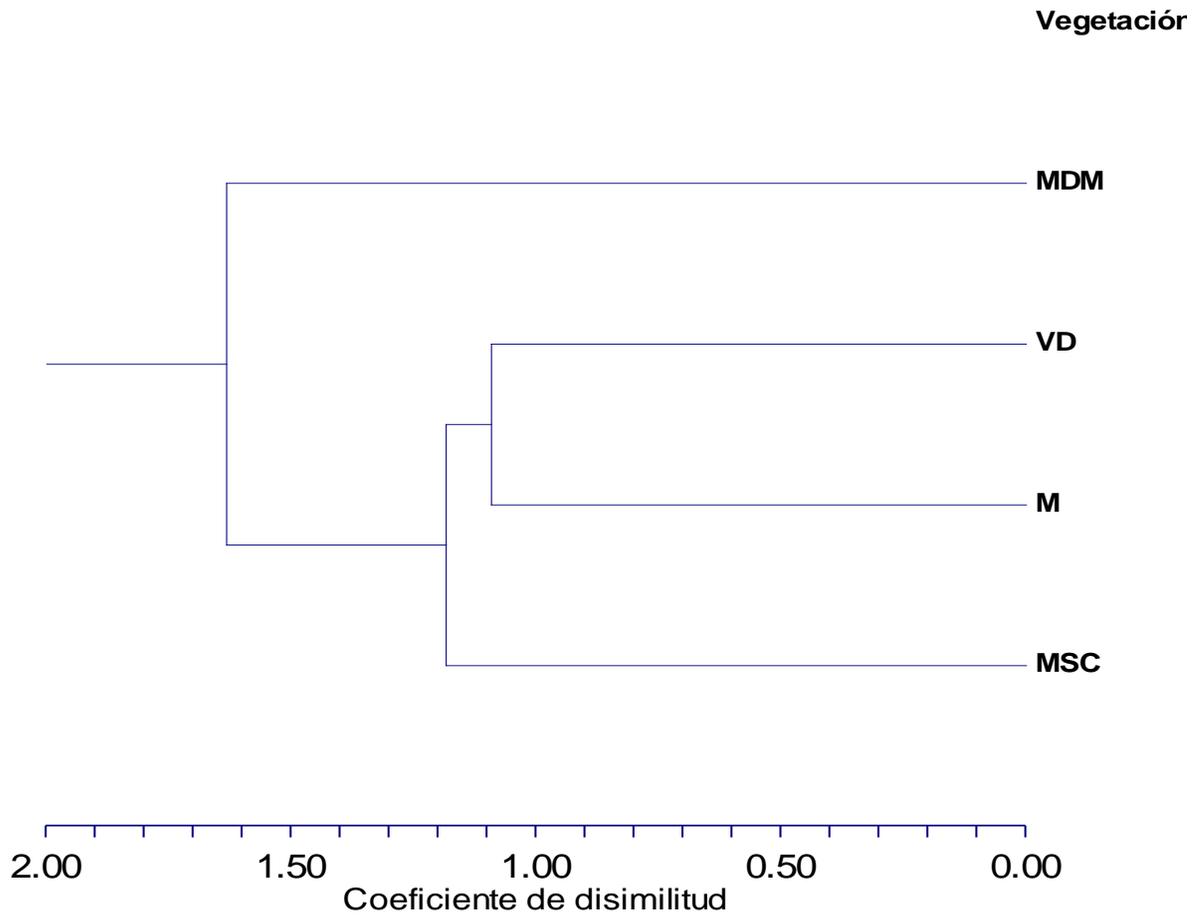


Figura 5. Dendrograma de tipos de vegetaci3n.

MDM: Matorral des3rtico micr3filo. VD: Vegetaci3n de desiertos arenosos. M: Mezquital.
 MSC: Matorral sarcocaulo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Myxomycetes

Los Myxomycetes, también conocidos como hongos mucilaginosos, son un grupo de microorganismos de vida libre con fructificaciones similares a la de los hongos. Estos presentan un ciclo de vida caracterizado por una fase ameboidea, una plasmodial y una esporangial (Martin & Alexopolous, 1969). Se encuentran en cualquier tipo de ecosistema terrestre, ya que sus cuerpos fructíferos se desarrollan sobre el suelo, hojas secas, troncos caídos, en cortezas de árboles vivos, restos de vegetación suculenta y en estiércol y excretas de animales herbívoros (Stephenson & Stempen, 1994). Presentan una gran importancia ecológica, ya que brindan refugio y alimento a diversas especies de artrópodos e insectos. Se ha observado que algunas especies de moscas colocan sus huevos dentro de los plasmodios de los géneros *Enteridium* y *Tubifera*.

Al eclosionar los huevecillos, el plasmodio, listo para esporular, sirve como alimento a las larvas, y cuando estas emergen de la pupa, entran en contacto con las esporas del esporocarpo ayudando a su dispersión (Stephenson & Stempen, 1994). Por otra parte, no presentan una importancia económica, pero durante los últimos años han servido como modelos experimentales en estudios relacionados con enfermedades como el cáncer, también se han extraído compuestos antibióticos y antimicrobiales de plasmodios y esporocarpos, y se han utilizado como modelos para estudiar la concentración de metales pesados, mostrando una alternativa positiva para remediación de suelos (Keller & Everhart, 2010).

En las Planicies del Desierto Central Chihuahuense se identificaron 26 especies de Myxomycetes (Cuadro 6). Dentro de estas especies, resultaron siete nuevos registros para Chihuahua: *Badhamia spinispora* (Eliasson & N. Lundq.) H.W. Keller & Schokn.; especie coprofila que crece agrupada y que se distingue por sus esporas violáceas, ovaladas, con un área más clara y ornamentadas con grandes espinas. *Didymium tehuacanense* Estrada, D. Wrigley & Lado se caracteriza por su peridio con tonos azul- metálico, estípites y columela calcáreos, así como por su capilicio formado con engrosamientos o nódulos calcáreos. *D. wildpretii* Mosquera, Estrada, Beltrán-Tej., D. Wrigley & Lado se identifica fácilmente por

Cuadro 6. Myxomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Centro del Desierto Chihuahuense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Protozoo										
Amoebozoa										
Myxogastrea										
Incertae sedis										
Echinostelida										
Echinosteliaceae										
<i>**Echinostelium coelocephalum</i>	V	I		I, O			I, O	O		O
<i>Echinostelium colliculosum</i>									I	I
<i>**Echinostelium paucifilum</i>						P		P		
Liceida										
Dictydiaethaliaceae										
<i>Dictydiaethalium plumbeum</i>	I	I		I	I			I		P
Liceaceae										
<i>Licea biforis</i>				I	I					
<i>Licea kleistobolus</i>							P			
<i>Licea pumila</i>										I
<i>*Licea cf. tenera</i>			P, V	I	V	I, V				I
Tubiferaceae										
<i>Lycogala epidendrum</i>										I

Continúa...

Cuadro 6. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Physarida										
Didymiaceae										
<i>Didymium dubium</i>				I					O	
<i>Didymium mexicanum</i>									V	
<i>Didymium squamulosum</i>										I
* <i>Didymium tehuacanense</i>									V	
* <i>Didymium wildpretii</i>		I					I, V	I	I	
Physaraceae										
<i>Badhamia melanospora</i>	I, V	I	V	P, V		O	I, P, V, O	I, P, V, O	I, V, O	
** <i>Badhamia spinispora</i>		I				P	I			I, V
<i>Fuligo cinerea</i>	O	I					I			P
<i>Physarum pusillum</i>								O		
<i>Physarum straminipes</i>			I							
<i>Protophysarum phloiogenum</i>										I
Stemonitida										
Stemonitidaceae										
* <i>Macbrideola martinii</i>									P, V	
<i>Stemonitopsis subcaespitosa</i>									V, O	

Continúa...

Cuadro 6. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trichiida										
Arcyriaceae										
<i>Arcyria cinerea</i>				P		I, P				
Trichiaceae										
<i>Perichaena depressa</i>		I								
<i>Perichaena vermicularis</i>								P	O	
<i>Trichia agaves</i>										V

Estación: **I:** Invierno, **P:** Primavera, **V:** Verano, **O:** Otoño. **Localidades:** **1.** Camino a San Antonio, Km. 2, **2.** Candelaria, **3.** Carret. a Ojinaga Km 42, **4.** El Cuervo, **5.** Establo El Parral, **6.** La Mula, **7.** Médanos-Conejos, **8.** Parque industrial, **9.** Puente Pegüis II, **10.** Samalayuca. ** Primer registro para México y * Chihuahua.

su peridio externo cubierto por grandes cristales de carbonato de calcio, amarillos y sus esporas globosas de 8-10 μm de diámetro con un pequeño poro apical.

Echinostelium coelocephalum T.E. Brooks & H.W. Keller presenta pequeñas fructificaciones de 40-70 μm de altura y esporas con gruesas superficies articulares. *E. paucifilum* K.D. Whitney se reconoce por sus esporas globosas a subglobosas, grisáceas de 10-15 μm de diámetro con engrosamientos irregulares en la pared. *Licea* cf. *tenera* E. Jahn crece abundante en estiércol de vaca y se caracteriza por sus fructificaciones anaranjadas y sus esporas espinosas amarillentas. *Macbrideola martinii* (Alexop. & Beneke) Alexop. se distingue fácilmente de las demás especies del género, por las agrupaciones de verrugas que presentan las esporas. De estas especies, *B. spinispora*, *E. coelocephalum* y *E. paucifilum* son nuevos registros para México. Con estas especie el catálogo de Myxomycetes de Chihuahua se incrementó a 114 especies con 3 variedades (Moreno *et al.*, 2007a).

Las 26 especies registradas están clasificadas en cinco órdenes, siendo Physarida el mejor representado con 11 especies (42.3 %), distribuidos en las familias Physaraceae y Didymiaceae con 6 y 5 especies respectivamente. Liceida con 6 (23.1 %), Trichiida con 4 (15.4 %), Echinostelida con 3 (11.5 %) y Stemonitida con 2 (7.7 %) (Cuadro 6). Dentro de los cinco órdenes están incluidas nueve familias: Liceaceae con 4, comprendiendo estas 3 familias un 57.7 % de los taxones. Finalmente de 13 géneros reportados, los mejor expresados fueron *Didymium* y *Licea* con cinco especies cada uno, el resto están representados por menos de tres especies. Las especies con una distribución más amplia dentro de las Planicies del Desierto Central Chihuahuense fueron *Badhamia melanospora*, *Echinostelium coelocephalum* y *Licea* cf. *tenera* presentándose en ocho, seis y cinco localidades respectivamente, el resto de los taxones se presentaron en cuatro o menos localidades.

Con respecto a las localidades muestreadas, Puente Pegüis fue la mejor representada con 13 especies siendo el 50 % del total de las especies, seguida de Samalayuca, Candelaria y Parque Industrial con siete cada una, las menos representadas fueron Carretera a Ojinaga Km 42 y Establo Parral con tres para cada una. Finalmente, la estación del año mejor representada fue invierno con 16 especies, lo que representa el 61.5 %, siguiendo Primavera y Verano con 10 especies cada una, lo que equivale al 38.5 % y otoño la menos representada con seis especies y equivale a 23 %.

En las Planicies del Desierto Sonorense se identificaron 25 especies de Myxomycetes, siendo 12 nuevos registros para Sonora (Cuadro 7). *Cribraria confusa* Nann.-Bremek. & Y. Yamam. se caracteriza por su peridio fugaz, quedando en la base un pequeño cálculo discoide y una red abierta, compuesta por nódulos aplanados irregulares cubiertos por gránulos dictidinos. *Dianema harveyi* Rex se reconoce por su capilicio formado por filamentos rígidos que parten del peridio a la base y ornamentados con pequeñas papilas. *Didymium eremophilum* M. Blackw. & Gilb. se identifica fácilmente por su peridio externo ornamentado con retículos calcáreos y esporas ornamentadas con verrugas fusionadas formando subretículos. *D. sturgisii* Hagelst. se identifica principalmente por sus trabéculas o columnas calcáreas distribuidas en el interior de la esporoteca, extendiéndose de la base hacia el peridio.

Echinostelium paucifilum K.D. Whitney se distingue por sus esporas globosas a subglobosas, grisáceas de 10-15 μm de diámetro, con engrosamientos irregulares en la pared. *Licea denudescens* H.W. Keller & T.E. Brooks se identifica por su peridio simple, internamente cubierto por pequeñas papilas y sus esporas lisas de 10-11 μm de diámetro, de pared gruesa que disminuye hacia uno de los extremos. *L. pumila* G.W. Martin & T.C. Allen presenta pequeñas fructificaciones de 0.1-0.3 x 0.1-0.2 mm, con esporas globosas a subglobosas de 11-13 μm de diámetro, sutilmente verrugosas y amarillentas. *Macbrideola cornea* (G. Lister & Cran) Alexop. se reconoce por su columela gruesa de la cual surgen dos ramas principales de capilicio; además de su pequeño collar y las esporas globosas uniformemente verrugosas. *Perichaena stipitata* Lado, Estrada & D. Wrigley se distingue por sus esporocarpos estípitados y el peridio interno ornamentado por pequeños ocelos. *Physarum decipiens* M.A. Curtis se caracteriza por su esporoteca amarillo-verdosa y peridio con gruesas incrustaciones de calcio y *P. pusillum* (Berk. & M.A. Curtis) G. Lister se identifica por su estípite rojizo, esporoteca con un disco en la base, capilicio “badhamioide” y esporas con grupos de verrugas. De estas especies, *B. spinispora*, *E. coelocephalum* y *E. paucifilum* son nuevos registros para México. El catálogo de Myxomycetes para Sonora se incrementó a 112 especies (Moreno *et al.*, 2007a).

Las 25 especies registradas están clasificadas en cinco órdenes, siendo Physarida el mejor representado con siete especies (28 %), Liceida con seis (24 %), Trichiida con cinco (20 %), Stemonitida con cuatro (16 %) y Echinostelida con tres (12 %) (Cuadro 7). Dentro

Cuadro 7. Myxomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Protozoo										
Amoebozoa										
Myxogastrea										
Incertae sedis										
Echinostelida										
Echinosteliaceae										
<i>**Echinostelium coelocephalum</i>									P, V	
<i>Echinostelium colliculosum</i>		I		I						
<i>**Echinostelium paucifilum</i>							I			
Liceida										
Cribrariaceae										
<i>*Cribraria confusa</i>	V									
Dictydiaethaliceae										
<i>Dictydiaethalium plumbeum</i>		I								
Liceaceae										
<i>Licea biforis</i>						I				
<i>*Licea denudescens</i>		O			I	V	I		I	
<i>*Licea pumila</i>	I		I, V	I		V, O		O	I, V	O
<i>*Licea cf. tenera</i>			V				V			V

Continúa...

Cuadro 7. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Physarida										
Didymiaceae										
<i>*Didymium eremophilum</i>				O	P	P, O				
<i>Didymium squamulosum</i>									I	
<i>*Didymium sturgisii</i>									I	
Physaraceae										
<i>Badhamia melanospora</i>		I	I, V	P	I	I	I	I	I, P	I
<i>**Badhamia spinispora</i>				I			P	P		
<i>*Physarum decipiens</i>				V			I, P			I
<i>*Physarum pusillum</i>				V	O		O	O		
Stemonitida										
Stemonitidaceae										
<i>**Comatricha mirabilis</i>				P						
<i>*Macbrideola cornea</i>				P	I				P	I
<i>*Macbrideola martinii</i>										I
<i>Paradiacheopsis fimbriata</i>	I									
Trichiida										
Arcyriaceae										
<i>Arcyria cinerea</i>						P		P		

Continúa...

Cuadro 7. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Arcyria denudata</i>							I			
Dianemataceae										
* <i>Dianema harveyi</i>									I	I
Trichiaceae										
* <i>Perichaena stipitata</i>			V			P, V				
<i>Perichaena vermicularis</i>			I						I	

Estación: I: Invierno, P: Primavera, V: Verano, O: Otoño. **Localidades:** 1. Cañón de Nacapule, 2. El Apache, 3. Ejido Francisco Villa, 4. La Pintada, 5. La Primavera, 6. Las Animas, 7. Maytorena, 8. El Papalote, 9. San Luis, 10. Tuape. ** Primer registro para México y * Sonora.

de los cinco órdenes están incluidas 10 familias, siendo Liceaceae, Physaraceae y Stemonitidaceae, las mejores representadas con cuatro especies cada una, comprendiendo éstas tres familias un 48 % de los taxones. Finalmente de 13 géneros registrados, los mejor expresados fueron *Licea* y *Didymium* con cuatro y tres especies respectivamente; el resto están representados por menos de tres especies.

Las especies con una distribución más amplia dentro de las Planicies del Desierto Central Sonorense fueron *Badhamia melanospora*, *Licea pumila* y *Licea denudescens* presentándose en nueve, siete y cinco localidades respectivamente; el resto de los taxones se presentaron en cuatro o menos localidades. Con respecto a las localidades muestreadas, Ejido Francisco Villa y San Luis fueron los mejores representados con nueve especies cada uno, constituyendo el 72 % del total de las especies; seguida de Las Animas con ocho y La Primavera y Tuape con siete; la menos representada fue Nacapule con tres. Finalmente, la estación del año mejor representada fue invierno con 17 especies, lo que representa el 68 %, siguiendo primavera y verano con nueve especies cada una, lo que equivale al 36 % y otoño, la menos representada con cuatro especies que equivale al 16 %.

Ascomycetes

Estos hongos se reconocen por sus esporas sexuales producidas en una estructura llamada asca. Los cuerpos fructíferos presentan formas, tamaños y colores muy variados y es factible encontrarlos como parásitos de plantas y animales o simplemente desarrollándose en suelo, agua, madera, etc. En nuestro país hasta ahora ha recibido poca atención, al igual que otros grupos de hongos, aun cuando comprenden el mayor número de especies en el reino Fungi, con aproximadamente treinta y dos mil (Kirk *et al.*, 2008).

En el Desierto Chihuahuense se determinaron dos especies del Orden Pezizales, adscritas a la Familia Carbomycetaceae: *Carbomyces emergens* Gilkey y *C. longii* Gilkey (Cuadro 8). Este género se caracteriza por los ascocarpos globosos con peridio blanquecino, hipogeos en etapas tempranas pero pueden emerger según las condiciones ambientales (Trappe, 1979). Las dos especies se encontraron en matorral desértico micrófilo, la primera procedente de la localidad La Mula y la segunda de La Candelaria, recolectadas en invierno y verano respectivamente.

Cuadro 8. Ascomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Centro del Desierto Chihuahuense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fungi										
Ascomycota										
Pezizomycetes										
Pezizomycetidae										
Pezizales										
Carbomycetaceae										
<i>*Carbomyces emergens</i>								I		
<i>*Carbomyces longii</i>									V	

Estación: **I:** Invierno, **P:** Primavera, **V:** Verano, **O:** Otoño. **Localidades:** **1.** Camino a San Antonio, Km 2, **2.** Candelaria, **3.** Carretera a Ojinaga Km 42, **4.** El Cuervo, **5.** Establo El Parral, **6.** La Mula, **7.** Médanos-Conejos, **8.** Parque industrial, **9.** Puente Pegüis II, **10.** Samalayuca. * Primer registro para México.

Cabomyces emergens puede confundirse macroscópicamente con *C. longii*, pero microscópicamente fácilmente se separan por las ascosporas globosas y lisas de la primera, vs., ovalada y espinosa en la segunda. Fructificaciones pequeñas de *C. emergens*, por su forma y color podrían confundirse macroscópicamente con especies de *Arachnion*, así como microscópicamente por las esporas lisas en ambas especies. Sin embargo se separan fácilmente, por la presencia de ascas o restos de ellas, en *C. emergens*. Zak & Whitford (1986) documentaron por primera vez el desarrollo de esta especie bajo el suelo y su consumo por roedores.

El material recolectado en México, aún se encontraba semienterrado y algunos ejemplares indican micofagia por roedores. Aunque esta especie sólo se conocía del suroeste de los Estados Unidos, con las nuevas colecciones se amplía su distribución y su periodo de fructificación de marzo a mayo. Una posible causa del escaso conocimiento de este género, es que algunas colecciones estén confundidas, como ocurrió con *Abstoma longii* Zeller, que posteriormente resultó una especie nueva: *Carbomyces gilbertsonii* N.S. Weber & Trappe. Se registró en Estados Unidos: Arizona, California y Nuevo México (Trappe & Weber, 2001) y aquí se registra por primera vez para la micobiota de México.

Carbomyces longii macro y microscópicamente se puede confundir con *C. gilbertsonii*, diferenciándose por las esporas ovaladas y de menor tamaño en la primera, vs., globosas y de mayor tamaño en la segunda. Se ha encontrado creciendo junto a *Larrea tridentata* en suelo no arenoso y mezclado con *C. emergens* (Trappe & Weber, 2001). Una característica de *C. longii* es la asca evanescente en la madurez. Así, ejemplares maduros podrían confundirse con *Arachniopsis albicans* Long, que también presenta fructificaciones globosas a subglobosas y esporas espinosas, pero diferenciándose por sus esporas globosas. Esta es la segunda cita de *C. longii* a nivel mundial. Se conoce de Estados Unidos: Nuevo México y en el presente estudio en México: Chihuahua.

En el Desierto Sonorense se determinaron siete especies, seis de las cuales son Loculoascomycetes y un Pyrenomycete (Xylariales, Xylariaceae): *Daldinia caldariorum*, esta última recolectada en matorral desértico micrófilo, en la localidad La Primavera (Cuadro 9). Esta especie se caracteriza por los estromas pequeños de 1.5 cm, ovoides a subestipitados y por las zonaciones concéntricas, grisáceas-claras alternando con marrón-

Cuadro 9. Ascomycetes asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fungi										
Ascomycota										
Dothideomycetes										
Incertae sedis										
Hysteriales										
Hysteriaceae										
<i>Gloniopsis praelonga</i>									V	
* <i>Hysterium angustatum</i>					V					
<i>Hysterobrevium mori</i>										V
Incertae sedis										
Incertae sedis										
<i>Thyridaria macrostomoides</i>							V			V
Patellariales										
Patellariaceae										
<i>Rhytidhysterium rufulum</i>									V	V

Continúa...

Cuadro 9. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pleosporomycetidae										
Pleosporales										
Montagnulaceae										
<i>Montagnula infernales</i>									V	
Sordariomycetes										
Xylariomycetidae										
Xylariales										
Xylariaceae										
<i>*Daldinia caldariorum</i>						V				

Estación: **I:** Invierno, **P:** Primavera, **V:** Verano, **O:** Otoño. **Localidades:** **1.** Cañón de Nacapule, **2.** El Apache, **3.** Ejido Francisco Villa, **4.** La Pintada, **5.** La Primavera, **6.** Las Animas, **7.** Maytoarena, **8.** El Papalote, **9.** San Luis, **10.** Tuape.

* Primer registro para Sonora.

rojizas-oscuros. Este es el segundo registro de la especie para México, previamente citada para Chiapas (Ju *et al.*, 1997).

De los Loculoascomycetes, el orden Hysteriales con la familia Hysteriaceae está representada por: *Gloniopsis praelonga* (Schwein.) Underw. & Earle, *Hysterium angustatum* Alb. & Schwein. e *Hysterobrevium mori* (Schwein.) E. Boehm & C.L. Schoch. La primera se caracteriza por los histerotecios de 1 mm de longitud, errumpentes a superficiales, elipsoides a fusoides, oscuros y por las esporas muriformes, hialinas a pálido amarillentas. Previamente registrada para Sonora en la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe (Méndez-Mayboca *et al.*, 2008). *H. mori* presenta histerotecios alargados a lineares con una abertura longitudinal y líneas paralelas a los lados, y las esporas son muriformes de color marrón. Recolectada sobre ramas secas de *Prosopis* sp. en vegetación de mezquital.

Hysterium angustatum se caracteriza por sus histerotecios elipsoides en forma de labios, con una abertura central longitudinal y bordes con finas estrías dispuestas radialmente. Las esporas en esta especie son moreno-rojizas, de pared gruesa y con tres septos transversales. Previamente Guzmán (1983), registró este taxón para México: Quintana Roo y en el presente estudio se cita por vez primera para Sonora. *Thyridaria macrostomoides* (De Not.) M.E. Barr se reconoce por sus pseudotecios negros, inmersos o sobresalientes con un ostíolo lateralmente comprimido y cubierto por un clípeo oscuro; sus esporas alcanzan las 45 µm de longitud, oscuras con extremos claros y con 3-8 septos transversales. Se recolectó sobre ramas secas en mezquital y matorral desértico micrófilo.

Rhytidhysterion rufulum (Spreng.) Speg. se identifica por sus histerotecios elipsoides con una abertura longitudinal cuando jóvenes y abiertos a manera de discos con márgenes irregulares al madurar. El himenio puede ser negro, moreno oscuro, rojo o amarillento. Esporas elipsoides a fusiformes de color moreno oscuro con 1-3 septos transversales. La especie aún conserva una posición incierta en la clasificación de los Hysteriales, por lo que se requiere de nuevos estudios para delimitar su estatus taxonómico. Se recolectó sobre ramas secas en matorral desértico micrófilo y mezquital. Del orden Pleosporales se determinó *Montagnula infernalis* (Niessl) Berl., la cual se caracteriza por los pseudotecios inmersos a errumpentes, subglobosos a esféricos, cubiertos por un clípeo y por las esporas

de 18-22 x 8-11 μm , morenas, fusoides a elipsoides. La especie procede de un matorral desértico micrófilo.

Estas especies recolectadas en las planicies del Desierto Sonorense: *G. praelonga*, *H. mori*, *M. infernalis*, *R. rufulum* y *T. macrostomoides*, fueron citadas por vez primera para México de Sonora por Méndez-Mayboca *et al.* (2010). Así, el presente trabajo constituye el segundo registro de estos taxones en la micobiota mexicana. Las dos especies restantes: *H. angustatum* y *D. caldariorum*, se registran por vez primera para Sonora. *R. rufulum* y *T. macrostomoides* se recolectaron en dos tipos de vegetación mezquital y matorral desértico micrófilo. De hecho, la mayoría de los Ascomycetes se observaron en este último tipo de vegetación.

Basidiomycetes

Agaricomycetidae xilófagos

Los hongos desempeñan un papel clave en el ciclo del carbono en nuestro planeta. Una cantidad enorme de carbono en los ecosistemas terrestres es secuestrado en la madera, la cual consiste principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. La lignina es un polímero amorfo, aromático y altamente refractivo que solidifica las paredes celulares vegetales, proporcionando fuerza y rigidez y protege a la madera de los ataques microbianos. Los Agaricomycetes descomponedores de la madera son los agentes primarios en la degradación de lignocelulosa en los ecosistemas templados. En los Agaricomycetidae se distinguen comúnmente dos tipos de pudrición de la madera, los que causan podredumbre blanca y los de podredumbre marrón, de acuerdo a la capacidad de remover la lignina durante su descomposición.

Los hongos de podredumbre blanca utilizan todos los componentes mayores de la madera como la celulosa, hemicelulosa y lignina, casi de manera simultánea y ocasionan la pudrición de la madera hasta sentirla húmeda, esponjosa y blanda o fibrosa y de apariencia blanqueada. Los hongos de podredumbre marrón degradan hemicelulosa y celulosa de la pared celular de la madera, la oscurecen, encogen y rompen en cubos que se desmoronan en un polvo marrón, dejando un residuo amorfo, la lignina. La pudrición ocasionada por estos hongos es la más grave, causando un daño severo, porque produce una falla estructural en la madera infectada, la cual es seca y frágil, se debilita rápidamente decreciendo su

resistencia por la despolimerización de la celulosa antes de que se pueda observar cualquier evidencia externa de degradación (Morgenstern *et al.*, 2008).

El tipo de pudrición que los hongos ocasionan en la madera tanto en angiospermas como en gimnospermas, junto con el sistema hifal presente en los basidiomas son caracteres que se han utilizado con valor taxonómico para la separación a nivel de género en los Agaricomycetidae degradadores de madera (Gilbertson & Ryvarden, 1986; Kim & Jung, 2000). Sin embargo, estudios sobre filogenia molecular (Hibbett y Donoghue, 2001; Kim *et al.*, 2003) indican que el tipo de pudrición en la madera ha ocurrido repetidamente y convergentemente, dividiendo a estos hongos en varios grupos durante la evolución según el modo de nutrición.

En el Desierto Sonorense se encontraron 27 especies de Agaricomycetidae xilófagas (Cuadro 10), todas ellas sobre angiospermas típicas en el matorral xerófilo como *Acacia*, *Prosopis*, *Guaicum*, principalmente. Las especies de hongos que causan pudrición marrón cúbica son más abundantes sobre coníferas que en angiospermas. En el Desierto Sonorense la presencia de gimnospermas es nula o muy escasa, encontrándose solo siete especies de Agaricomycetidae causantes de pudrición marrón, que representan el 25.9 % del total encontrado, a saber, *Antrodia albida* (Fr.) Donk, *Crinipellis zonata* (Peck) Sacc., *Exidiopsis calcea* (Pers.) K. Wells, *Gloeophyllum striatum* (Sw.) Murrill, *Byssomerulius corium* (Pers.) Parmasto, *Mycoacia uda* (Fr.) Donk y *Phanerochaete allantospora* Burds. & Gilb. En contraste, los Agaricomycetidae que ocasionan pudrición blanca fueron más abundantes, recolectándose 20 especies que representan el 74.1 %.

Los órdenes de Agaricomycetidae mejor representados fueron Hymenochaetales y Polyporales, ambos con 11 especies que constituyen el 81.4 %. Con respecto a las familias, Hymenochaetales fue la mejor representada con 11 taxones (40.7 %), siguiéndole Polyporaceae con cuatro (14.8 %) y Ganodermataceae con tres (11.5 %). Finalmente, los géneros mejor expresados fueron *Ganoderma* (3 spp.), *Inonotus* (3 spp.) y *Phellinus* (7 spp.) (Cuadro 10).

Con respecto a las localidades muestreadas, Tuape fue la que presentó el mayor número de especies (15) y especímenes (26), equivaliendo al 55.5 y 34.2 %, respectivamente; siguiéndole la localidad El Apache con cinco especies y ocho especímenes, correspondiendo al 18.5 y 10.5 %, respectivamente y después el Ejido

Cuadro 10. Hongos Afiloforoides asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fungi										
Basidiomycota										
Agaricomycetes										
Agaricomycetidae										
Agaricales										
Clavariaceae										
** <i>Hyphodontiella multiseptata</i>										V
Marasmiaceae										
* <i>Crinipellis zonata</i>									V	
Schizophyllaceae										
<i>Schizophyllum commune</i>	V	V								P
Incertae sedis										
Auriculariales										
Auriculariaceae										
** <i>Exidiopsis calcea</i>									V	
Gloeophyllales										
Gloeophyllaceae										

Continúa...

Cuadro 10. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Gloeophyllum striatum</i>			I						I	I
Hymenochaetales										
Hymenochaetaceae										
<i>Hymenochaete escobarii</i>				V		I			I, V	V
<i>Inocutis texana</i>					I, V					
<i>Inonotus luteoumbrinus</i>		V			V					
<i>Inonotus rickii</i>	V									
<i>Phellinus badius</i>	V	V			V	I, V			V	I
<i>Phellinus chryseus</i>										I, V
<i>Phellinus contiguus</i>			V							
<i>Phellinus gilvus</i>										V
<i>Phellinus rimosus</i>		V	V				V			
* <i>Phellinus robiniae</i>				I						
** <i>Phellinus robustus</i>			I, V							
Polyporales										
Fomitopsidaceae										
<i>Antrodia albida</i>										I, V

Continúa...

Cuadro 10. Continuación...

Especie	Localidades										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ganodermataceae											
<i>Ganoderma adpersum</i>											I
<i>Ganoderma curtisii</i>							V				
* <i>Ganoderma sessiliforme</i>											I
Meruliaceae											
** <i>Mycoacia uda</i>				I							
Phanerochaetaceae											
<i>Byssomerulius corium</i>											I, V
<i>Phanerochaete allantospora</i>						V					V
Polyporaceae											
<i>Hexagonia hydnoides</i>							V				
<i>Perenniporia phloiophila</i>								V			I
<i>Trametes villosa</i>											I
<i>Trichaptum byssogenum</i>						I					I

Estación: I: Invierno, P: Primavera, V: Verano, O: Otoño. **Localidades:** 1. Cañón de Nacapule, 2. El Apache, 3. Ejido Francisco Villa, 4. La Pintada, 5. La Primavera, 6. Las Animas, 7. Maytorena, 8. El Papalote, 9. San Luis, 10. Tuape. ** Nuevos registros para México y * Sonora.

Francisco Villa y Las Animas con 4 taxones cada una y 12 especímenes en la primera y 6 en la segunda.

Con respecto a la distribución de las especies por localidad *Phellinus badius* (Berk. ex Cooke) G. Cunn., se recolectó en seis localidades, siguiéndole *Hymenochaete escobarii* J.C. Léger representado en cuatro localidades, mientras que *G. striatum* y *Schizophyllum commune* Fr. en tres localidades. Con respecto a la abundancia, *Phellinus contiguus* (Pers.) Pat. e *H. escobarii* fueron las más recolectadas con siete y seis especímenes respectivamente. La estación del año mejor representada fue el verano con 54 especímenes y 20 especies, lo que representa el 71.1 y 74.1 % respectivamente; siguiéndole el invierno con 22 especímenes y 16 especies, lo que equivale al 28.9 y 59.3 % respectivamente.

Hongos Gasteroides

Los hongos gasteroides se ubicaron tradicionalmente dentro de la clase Gasteromycetes, derivado del griego “*gaster*”, que significa estómago. El cuerpo fructífero globoso y cerrado, por lo menos durante su fase juvenil, han sugerido desde principios del siglo XIX que este grupo es polifilético. A lo largo del siglo XX se propuso el reconocimiento de la relación existente entre ciertos taxones pertenecientes a los Gasteromycetes y otros grupos como los Boletales y Agaricales. Con el cierre del siglo XX, los análisis filogenéticos moleculares utilizando datos de la secuencia de los genes nucleares que codifican para el ARN ribosomal, mostraron pruebas convincentes sobre su origen polifilético (Hibbett *et al.*, 1997).

Aunque existen publicaciones desde mediados del siglo pasado sobre los hongos gasteroides en Sonora, la referencia más antigua corresponde a Zeller (1948), quien propuso a *Morganella mexicana* Zeller como una especie nueva para la ciencia, las contribuciones más importantes se han realizado en los últimos 10 años. Diversos géneros de hongos gasteroides característicos de zonas áridas se han estudiado con mayor énfasis. Sonora cuenta con un registro de 121 taxones (Esqueda *et al.* (2010) y si se considera que se conocen alrededor de 1,000 especies a nivel mundial (Kirk *et al.*, 2008), el 12.1 % están reportadas para Sonora. A nivel nacional Guzmán (1998) señala un aproximado a 180 taxones, lo cual representaría un 67 % de hongos gasteroides citados en la micobiota sonorensis.

Estos macromicetos poseen una mayor adaptación al medio xerófilo, gran parte de ellos se caracterizan por su textura coriácea o semileñosa, lo que les permite desarrollarse en regiones desérticas (Guzmán y Herrera, 1969). Cerca del 41 % de los hongos gasteroides citados para Sonora se han recolectado en matorrales xerófilos, mientras que el 34 % se ha reportado creciendo en zonas templadas como bosques de coníferas y encinos, el 9 % en pastizal así como en selva baja caducifolia y en vegetación riparia y urbana el 4 y 3 % respectivamente (Esqueda *et al.*, 1996).

En el Desierto Chihuahuense se determinaron cinco especies de *Disciseda*: *D. bovista* (Klotzsch) Henn., *D. candida* (Schwein.) Lloyd, *D. hyalothrix* (Cooke & Masee) Hollós, *D. stuckertii* (Speg.) G. Moreno, Esqueda & Altés y *D. verrucosa* G. Cunn. (Cuadro 11). Aunque todos los taxones se observaron en matorral desértico micrófilo, *D. hyalothrix* fue la especie más frecuentemente recolectada. La mayoría de los especímenes se recolectaron cerca o debajo de *Prosopis glandulosa* en suelo arenoso. *D. bovista* y *D. stuckertii* son nuevos registros para la microbiota chihuahuense.

Disciseda bovista se caracteriza por sus esporas con verrugas evidentes bajo MO. Puede confundirse con *D. candida* y *D. hyalothrix*, diferenciándose la primera por sus esporas de menor tamaño con una ornamentación menos marcada y capilicio poroso, mientras que la última se caracteriza por sus esporas con verrugas piramidales aparentemente fusionadas en el ápice con pedicelo hasta de 18 μm (Ochoa & Moreno, 2006). *D. candida* se reconoce por sus esporas de 4-5 μm , sublitas y capilicio poroso. Se observó compartiendo el hábitat con *D. bovista* y *D. hyalothrix*, de las cuales macroscópicamente es difícil separar, aunque microscópicamente se distinguen fácilmente con ayuda del MEB, la ornamentación esporal es bien marcada y de mayor tamaño en estas dos últimas especies. Se encontró abundantemente durante todo el año en una sola localidad (Cuadro 11).

Disciseda hyalothrix se determina por su tamaño y ornamentación esporal, así como por la longitud de su pedicelo, el cual varía según la maduración pero siempre está presente. En el material estudiado el pedicelo midió menos de 5 μm y frecuentemente, 2 μm de longitud. Moreno *et al.* (2003) estudiaron el material tipo de *D. hyalothrix* y *D.*

Cuadro 11. Hongos gasteroides asociados con las localidades de las Planicies del Centro del Desierto Chihuahuense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fungi										
Basidiomycota										
Agaricomycetes										
Agaricomycetidae										
Agaricales										
Agaricaceae										
<i>*Disciseda bovista</i>							P, O			
<i>Disciseda candida</i>										I, P, V, O
<i>Disciseda hyalothrix</i>	P, O						I, P, V, O	O		P, V
<i>*Disciseda stuckertii</i>	P									V
<i>Disciseda verrucosa</i>							P, V, O			
<i>Tulostoma albicans</i>		P	O	O	O	O				
<i>**Tulostoma americanum</i>			O		O		V, O			I
<i>*Tulostoma chudaei</i>					P					
<i>*Tulostoma nanum</i>	V									
<i>*Tulostoma xerophilum</i>	O		V	I		O				

Estación: I: Invierno, P: Primavera, V: Verano, O: Otoño. **Localidades:** 1. Camino a San Antonio, Km. 2, 2. Candelaria, 3. Carret. a Ojinaga Km 42, 4. El Cuervo, 5. Establo El Parral, 6. La Mula, 7. Médanos-Conejos, 8. Parque industrial, 9. Puente Pegüis II, 10. Samalayuca. ** Nuevo registro para México y * Chihuahua.

pedicellata concluyendo que son coespecíficas. En México se ha registrado para Baja California, Chihuahua y Sonora (Moreno *et al.*, 2007b, 2010) donde se ha observado en varios tipos de vegetación. *D. verrucosa* se reconoce fácilmente al MO por sus esporas conspicuamente ornamentada por estructuras digitiformes, usualmente curvados en el ápice y al MEB con verrugas en los espacios entre la base de las estructuras (Moreno *et al.*, 2007b). En la micobiota mexicana se ha citado para Chihuahua y Sonora (Moreno *et al.*, 2010), donde fructifica en diversas regiones áridas y semiáridas. En el Continente Americano únicamente se ha registrado *D. verrucosa* en estas dos entidades federativas de México.

Con respecto al género *Tulostoma* se determinaron cinco especies: *T. albicans* V.S. White, *T. americanum* Lloyd, *T. chudaei* Pat., *T. nanum* (Pat.) J.E. Wright y *T. xerophilum* Long. *T. albicans* se reconoce por su exoperidio delgado pero claramente membranoso, boca circular y esporas lisas a asperuladas bajo MO; en el microscopio electrónico la ornamentación esporal está constituida por pequeñas verrugas irregulares, algunas de las cuales se unen (Esqueda *et al.*, 2004). Moreno *et al.* (2010) registraron este taxón por primera vez para la micobiota de Chihuahua y en el presente trabajo, se cita por segunda ocasión para este Estado. *T. americanum* constituye el primer registro para México, previamente conocido de Estados Unidos y Argentina. Se reconoce por su basidioma robusto, exoperidium ligeramente membranoso, estoma circular y esporas lisas bajo el MO y verrucosas bajo el MEB.

Tulostoma chudaei está caracterizado por una banda de arena en la base del píleo, estoma circular ligeramente proyectado, exoperidio hifal, esporas verrucosas bajo el MEB y el estípite que se separa fácilmente del saco esporífero. En México se ha registrado para Baja California y Sonora (Esqueda *et al.*, 2004) y esta es la primera cita para Chihuahua en matorral desértico micrófilo. En este mismo tipo de vegetación se recolectó *T. nanum* durante el verano. Previamente registrada para Sonora (Esqueda *et al.*, 2000) y constituye un primer registro para Chihuahua. Con excepción de primavera, *T. xerophilum* se observó a lo largo del año en matorral desértico. Este taxón se caracteriza por su exoperidio membranoso, estoma tubular y esporas asperuladas bajo MO. Se ha citado para Estados Unidos, España y México (Esqueda *et al.*, 2004), constituyendo un primer registro para la micobiota chihuahuense.

En el Desierto Sonorense se determinaron 32 taxones (Cuadro 12). *Agaricus deserticola* G. Moreno, Esqueda & Lizárraga se recolectó en ocho de las 10 localidades, principalmente durante el invierno. Este taxón presenta una distribución amplia, fructificando en bordes de caminos, pastizales, zonas abiertas de vegetación riparia y matorral desértico (Guzmán & Herrera, 1969; Ochoa & Moreno, 2006). Análisis filogenéticos moleculares soportan este hongo secotioide en *Agaricus*, un género previamente restringido a formas agaricoides (Moreno *et al.*, 2010). *Arachnion album* Schwein. se observó únicamente en mezquital en otoño. Previamente reportada para Sonora en matorral subinerme (Esqueda *et al.*, 2000).

Battarrea phalloides (Dicks.) Pers. se encontró en mezquital, matorral sarcocaulé y matorral desértico micrófilo sólo en invierno. El ejemplar más grande de esta especie, con 65 cm de altura recolectado en México, se observó en el estero de Tastiota, Sonora (Esqueda *et al.*, 2002). La mayoría de los ejemplares de *Battarreoides diguetii* (Pat. & Har.) R. Heim & T. Herrera se recolectaron en primavera e invierno en matorral sarcocalule y matorral desértico micrófilo. *Bovista aestivalis* (Bonord.) Demoulin se encontró únicamente en invierno en mezquital y matorral sarcocaulé. Este taxón se caracteriza por su exoperidio granuloso a espinoso, un cordón micelial conspicuo y persistente en la base del basidioma y esporas lisas a verrucosas bajo MO de 4-5 µm de diámetro.

Calvatia bicolor (Lév.) Kreisel y *Calvatia fragilis* (Vittad.) Morgan tuvieron una distribución restringida en las planicies del Desierto Sonorense, recolectándose únicamente en primavera y otoño respectivamente. Contrariamente, *Calvatia pygmaea* (R.E. Fr.) Kreisel, G. Moreno, C. Ochoa & Altés se observó en siete de las 10 localidades muestreadas, recolectándose basidiomas las cuatro estaciones del año en matorral sarcocaulé y mezquital. *Cyathus stercoreus* (Schwein.) De Toni se encontró únicamente en mezquital durante invierno. Previamente recolectada en Sonora en diversos tipos de vegetación como matorral espinoso, selva baja caducifolia, bosque de encino y bosque de pino (Esqueda *et al.*, 2000).

En relación a *Disciseda* se encontraron las cinco especies recolectadas también en el Desierto Chihuahuense, todas previamente registradas en la micobiota sonorense en diversos tipos de vegetación, principalmente en matorral xerófilo (Pérez-Silva *et al.*, 1994;

Cuadro 12. Hongos gasteroides asociados con las localidades de las Planicies del Desierto Central Sonorense y su distribución en el tiempo.

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fungi										
Basidiomycota										
Agaricomycetes										
Agaricomycetidae										
Agaricales										
Agaricaceae										
<i>Agaricus deserticola</i>			I, P	I, P, V	I	I	I	P	I	I, P
<i>Arachnion album</i>								O		
<i>Battarrea phalloides</i>		I	I		I					
<i>Battarreoides diguetii</i>			P	I	I, P, O	I	I, P		P	
<i>Bovista aestivalis</i>			I					I		I
<i>Calvatia bicolor</i>									P	
<i>Calvatia fragilis</i>				O						
<i>Calvatia pygmaea</i>		I, P, V	I, P, V	P, V, O		I, P, O	I, P, V, O	I, O		I, P, V, O
<i>Cyathus stercoreus</i>										I
<i>Disciseda bovista</i>	V		I, V	V			I		I	
<i>Disciseda candida</i>		V				V	V	I	I	

Continúa...

Cuadro 12. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Disciseda hyalothrix</i>			I, V	V				I	I	
<i>Disciseda stuckertii</i>		I	P			P				P
<i>Disciseda verrucosa</i>			V	V				V	I	I
<i>Endoptychum arizonicum</i>		I	I	I, P	V, I	I, P, O	I, P	I	I, P, O	I, P, O
<i>Podaxis pistillaris</i>		O	I	O	I	P	P, O	I, O		
<i>Schizostoma laceratum</i>					I, P		I, P	O	P	
<i>Tulostoma albicans</i>					I				I	
<i>Tulostoma involucratum</i>				I						
<i>Tulostoma leiosporum</i>					I					I
<i>Tulostoma macrosporum</i>						I				
<i>Tulostoma nanum</i>			I						I	
<i>Tulostoma obesum</i>					I					
<i>Tulostoma pulchellum</i>				V						
* <i>Tulostoma subsquamosum</i>					I					
<i>Tulostoma xerophilum</i>				I		I, O			I	
Phallomycetidae										
Geastrales										
Geastraceae										

Continúa...

Cuadro 12. Continuación...

Especie	Localidades									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Geastrum arenarium</i>					V			V		
<i>Geastrum corollinum</i>										I, P
<i>Geastrum fornicatum</i>								I, P, V, O		
<i>Geastrum kotlabae</i>		I, V		I, V		I		V, O		P, V
* <i>Geastrum mammosum</i>									P	
<i>Geastrum schmidelii</i>			P							I

Estación: I: Invierno, P: Primavera, V: Verano, O: Otoño. **Localidades:** 1. Cañón de Nacapule, 2. El Apache, 3. Ejido Francisco Villa, 4. La Pintada, 5. La Primavera, 6. Las Animas, 7. Maytorena, 8. El Papalote, 9. San Luis, 10. Tuape. * Primer registro para México.

Moreno *et al.*, 2007b). La mayoría de las especies se recolectaron en invierno y verano; *D. stuckertii* aún en primavera, mientras que ninguna en otoño.

Endoptychum arizonicum (Shear & Griffiths) Singer & A.H. Sm. presentó una distribución amplia en el Desierto Sonorense, observándose en todas las localidades muestreadas con excepción de Nacapule, principalmente en invierno. Aunque a nivel mundial el conocimiento sobre su distribución está delimitado a Estados Unidos, México, Argentina e Italia, se encuentra bien representado en las regiones áridas de Sonora (Moreno *et al.*, 2007b). *Podaxis pistillaris* (L.) Fr. se recolectó en la mayoría de las localidades, en mezquital, matorral sarcocaulé y matorral desértico micrófilo a lo largo del año con excepción del verano. Este taxón es emblemático dentro de la micobiota sonorense por su amplia distribución y variabilidad morfológica (Esqueda *et al.*, 2010). El conocimiento sobre la distribución de *Schizostoma laceratum* (Ehrenb. ex Fr.) Lév. en México, se encuentra básicamente limitado a Baja California, Chihuahua y Sonora (Moreno *et al.*, 2010). Se recolectó en mezquital, matorral sarcocaulé y matorral desértico micrófilo principalmente en primavera.

El género mejor representado en el Desierto Sonorense fue *Tulostoma* con nueve especies: *T. albicans*, *T. involucreatum* Long, *T. leiosporum* Fr., *T. macrosporum* G. Cunn., *T. nanum* (Pat.) J.E. Wright, *T. obesum* Cooke & Ellis, *T. pulchellum* Sacc., *T. subsquamosum* Long & S. Ahmad y *T. xerophilum* Long (Cuadro 12). Todas ellas con una distribución restringida a 1 ó 2 localidades, con excepción de *T. xerophilum* en tres localidades. Casi todos los basidiomas se recolectaron en invierno, excepto *T. pulchellum* en verano y *T. xerophilum* en otoño e invierno. Todas las especies determinadas fueron previamente registradas para Sonora, principalmente en las regiones áridas y semiáridas por Esqueda *et al.* (2004), excepto *T. subsquamosum*, la cual se cita por primera vez para la micobiota sonorense en matorral desértico micrófilo. En México, Sonora es donde se tiene el mayor número de registros para *Tulostoma* con 27 especies (Esqueda *et al.*, 2004, 2010), seguido por Baja California con 10 (Moreno *et al.*, 1995).

El segundo género mejor representado fue *Geastrum* con seis taxones: *G. arenarium* Lloyd, *G. corollinum* (Batsch) Hollós, *G. fornicatum* (Huds.) Hook., *G. kotlabae* V.J. Staněk, *Geastrum mammosum* De Toni y *Geastrum schmidelii* Vittad. *G. fornicatum* fue la única especie recolectada en las cuatro estaciones del año, aunque restringida a una

localidad con vegetación de mezquital. La distribución más amplia correspondió a *G. kotlabae* en cinco de las 10 localidades estudiadas, en vegetación de mezquital, matorral sarcocaula y matorral desértico micrófilo. *G. arenarium* fue citado recientemente por vez primera para la micobiota de México, en la Reserva Forestal Ajos-Bavispe en vegetación de mezquital (Esqueda *et al.*, 2009). En el Desierto Sonorense observado en matorral sarcocaula y matorral desértico micrófilo. *G. corollinum* se recolectó solo en la localidad Tuape, en vegetación de mezquital. Previamente registrado en bosque de pino-encino en Baja California (Ochoa & Moreno, 2006) y Sonora (Esqueda *et al.*, 2003).

Gastrum mammosum se observó restringido a matorral desértico micrófilo, recolectándose únicamente en primavera. Este taxón se caracteriza por su estoma fibriloso, basidioma higroscópico y saco esporífero sésil; constituye la primera cita para México. Ampliamente distribuido en el sur de Estados Unidos: Arizona, Nuevo Mexico y Texas (Long & Stouffer, 1948). *G. schmidelii* se registró por primera vez para la micobiota de México, en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, donde se recolectó en mezquital durante otoño e invierno (Esqueda *et al.*, 2006). En la planicie del Desierto Sonorense se encontró en el mismo de vegetación, pero sólo en invierno.

Considerando el presente estudio, en total se han registrado 128 y 63 especies de hongos gasteroides para Sonora y Chihuahua respectivamente. Particularmente para las ecorregiones estudiadas se determinaron 10 y 33 taxones para el Desierto Chihuahuense y Sonorense, compartiendo ocho especies. Si consideramos que se conocen alrededor de 1,000 especies a nivel mundial (Kirk *et al.*, 2008), el 12.8 % están registradas para Sonora. A nivel nacional, Guzmán (1998) señala un aproximado de 180 taxones, lo cual representaría un 71 % de los gasteroides citados en la micobiota sonorense, siendo la Entidad Federativa donde se conoce la mayor diversidad de este grupo de hongos en México.

Índices de diversidad, dominancia y similitud determinados para macromicetos

El índice de Shannon fue el que se utilizó para conocer la diversidad de los sitios. Los índices más altos se observaron en las localidades Tuape (3.58), San Luis (3.33) y La Pintada (3.22), mientras que los menores en Cañón de Nacapule (1.95), Carretera a Ojinaga Km 42 (1.79) y Establo El Parral (1.79) (Figura 6). De los índices de diversidad evaluados

por estación del año, en invierno se presentó la mayor con 4.25 y la menor en otoño con 3.26; primavera y verano tuvieron una diversidad de 3.58 y 4.08, respectivamente (Figura 7).

En lo que respecta a las ecorregiones estudiadas, el índice de diversidad fue mayor en las planicies centrales del Desierto Sonorense (4.52) vs. centro del Desierto de Chihuahua (3.64) (Figura 8). En promedio la diversidad encontrada fue de 2.58 para las localidades, similar a lo reportado por Encinas (2006) en un estudio realizado en una fracción de la ecorregión 9.5.1.1. Desierto del Alto Golfo, en el que el índice tuvo un valor de 2.56.

En relación a dominancia se empleó el índice de Simpson cuya escala va de 0 a 1. Este valor es inverso a la diversidad (Lande, 1996) y manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Magurran, 1988). Así, las localidades con índice de dominancia mayor fueron Cañón de Nacapule (0.14), Carretera a Ojinaga Km 42 (0.17) y Establo El Parral (0.17) y menor, Tuape (0.03), San Luis (0.04) y La Pintada (0.04) (Figura 9), lo contrario a lo observado en Shannon. Sin embargo, al realizar un análisis de estos valores de dominancia se puede determinar que son bajos y los de diversidad altos.

Esta información se complementa con los valores de equidad de Pielou, que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada y va de 0 a 1. En todos los casos se observó valor de uno. Los valores de dominancia en las ecorregiones estudiadas fueron bajos con 0.01 y 0.03 en las planicies del Desierto Sonorense y Chihuahuense, respectivamente (Figura 10). En las diferentes estaciones del año los valores fueron igualmente bajos en un rango de 0.01 a 0.04 (Figura 11).

La riqueza de especies se puede observar en las Figuras 12 (localidades), 13 (ecorregiones) y 14 (estaciones). Se encontró un promedio de 15 especies por localidad sobresaliendo Tuape con 36, San Luis con 28 y La Pintada con 25. Los sitios con menor número de especies fueron Cañón de Nacapule (7), Carretera a Ojinaga Km 42 (6) y Establo El Parral (6). En total se presentaron 92 taxones en las planicies centrales del Desierto Sonorense y 38 en la ecorregión del Desierto Chihuahuense. La estación en la que se colectó un mayor número de especies fue en invierno (70), seguido por verano (59), primavera (36) y otoño (26).

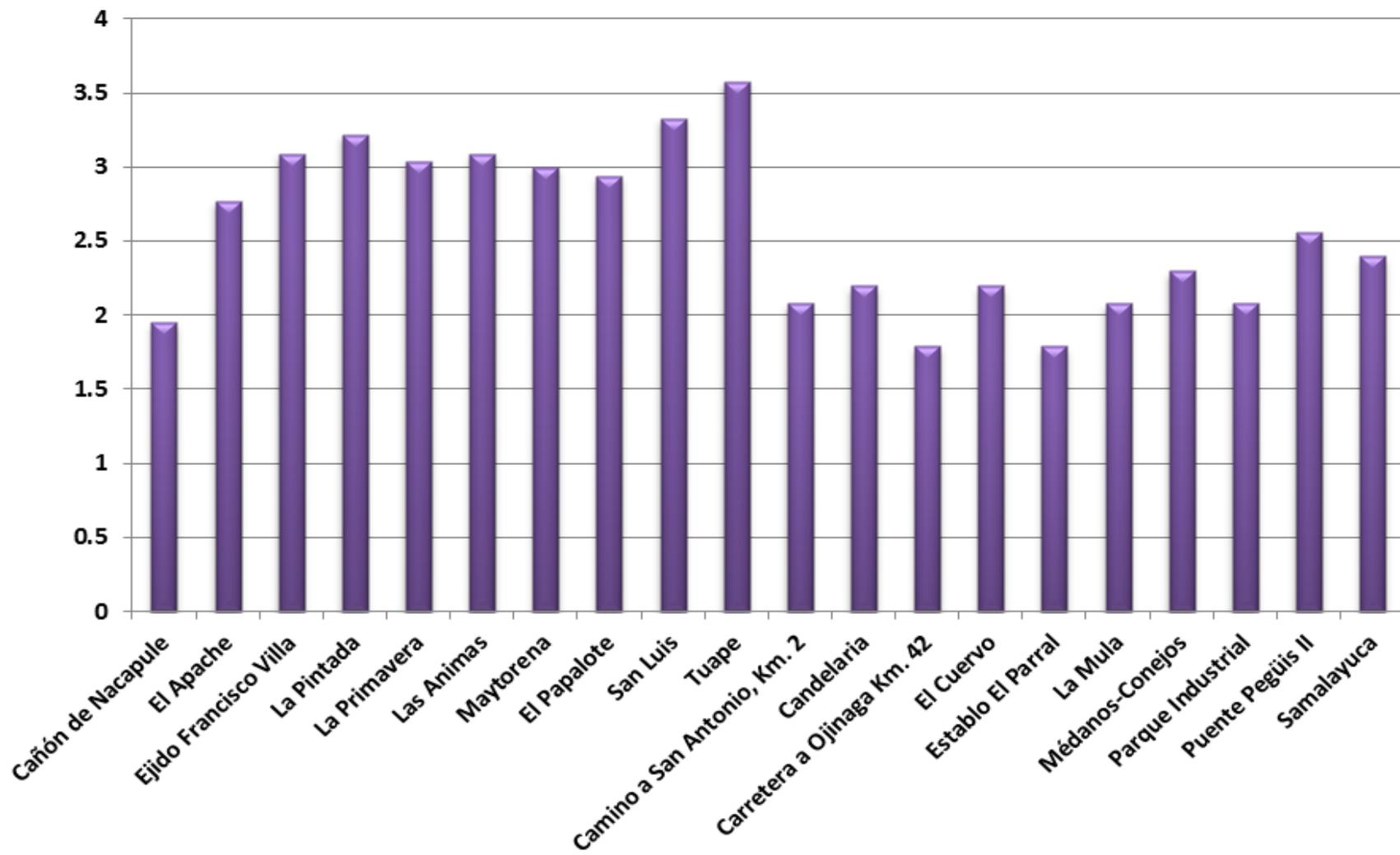


Figura 6. Índice de diversidad de Shannon evaluado para cada localidad de estudio.

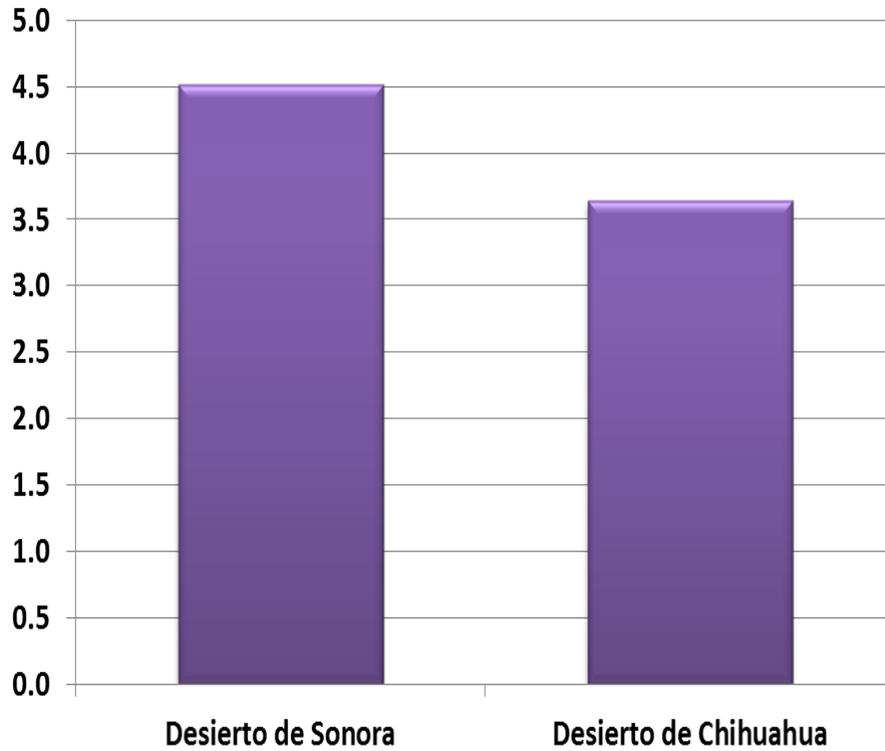


Figura 7. Índice de diversidad de Shannon evaluado para las ecorregiones de estudio.

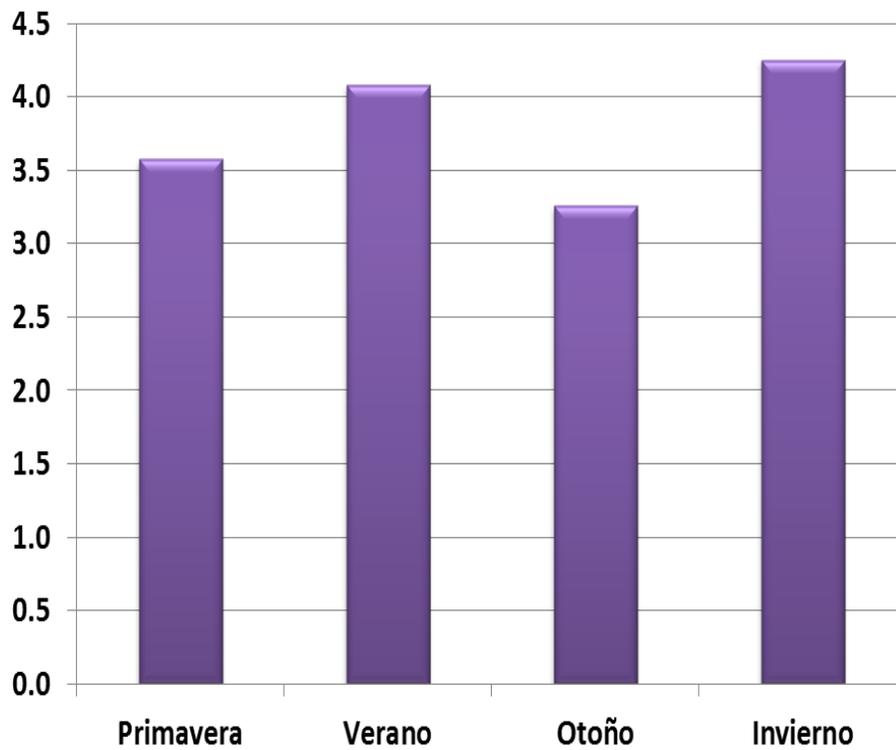


Figura 8. Índice de diversidad de Shannon evaluado para cada estación de estudio.

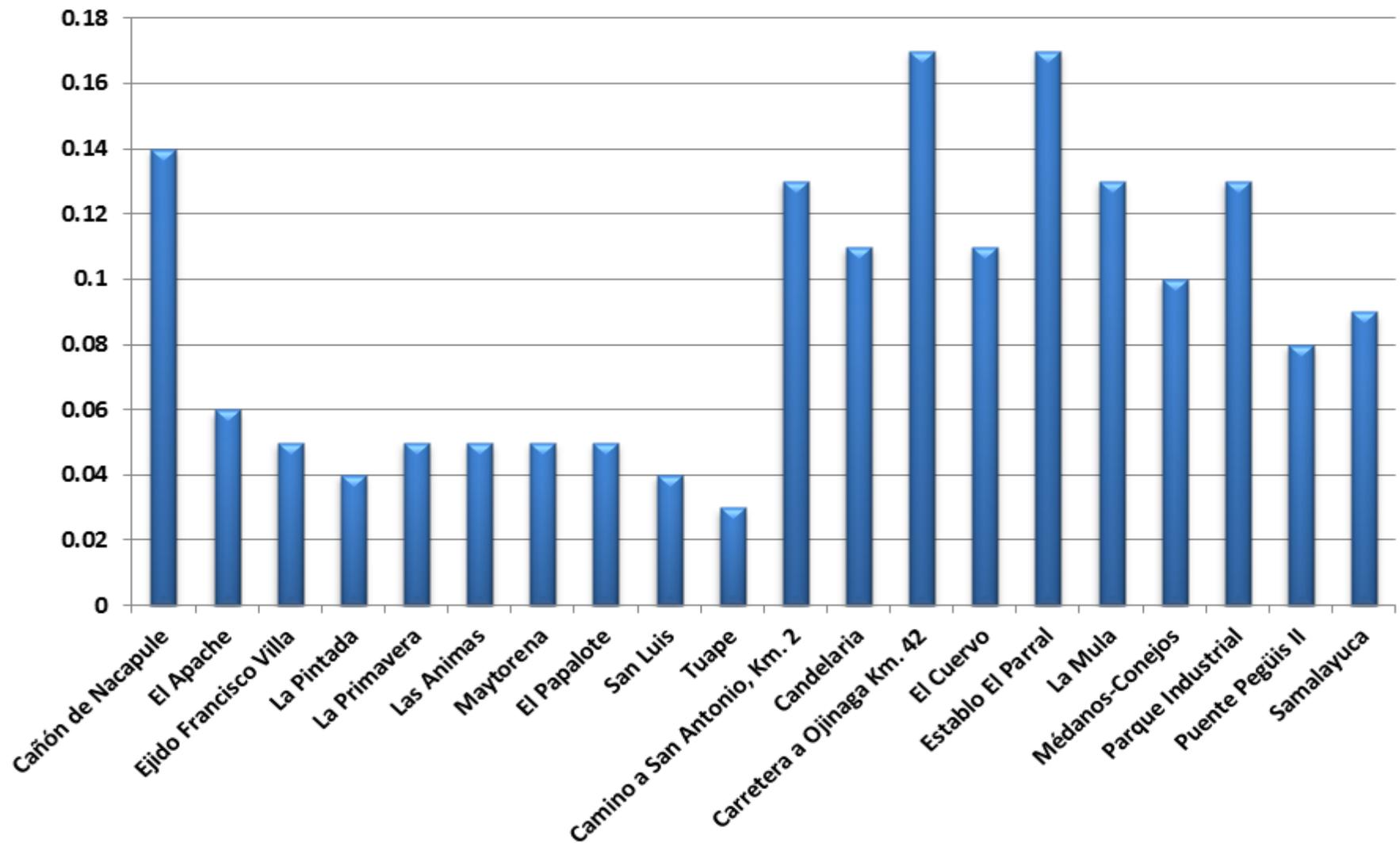


Figura 9. Índice de dominancia de Simpson evaluado para cada localidad de estudio.

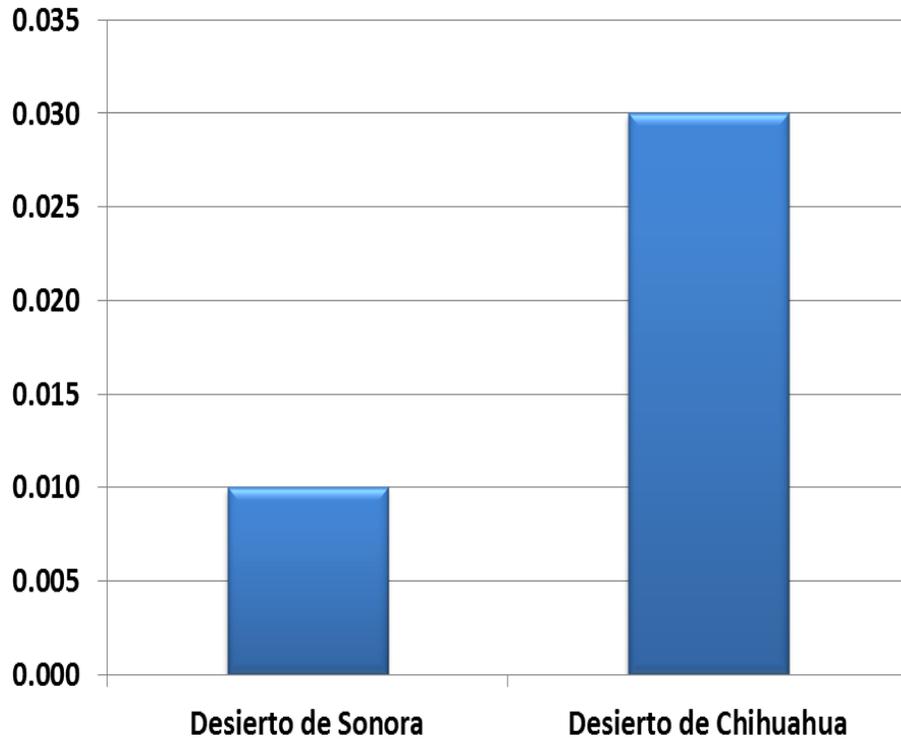


Figura 10. Índice de dominancia de Simpson evaluado para las ecorregiones de estudio.

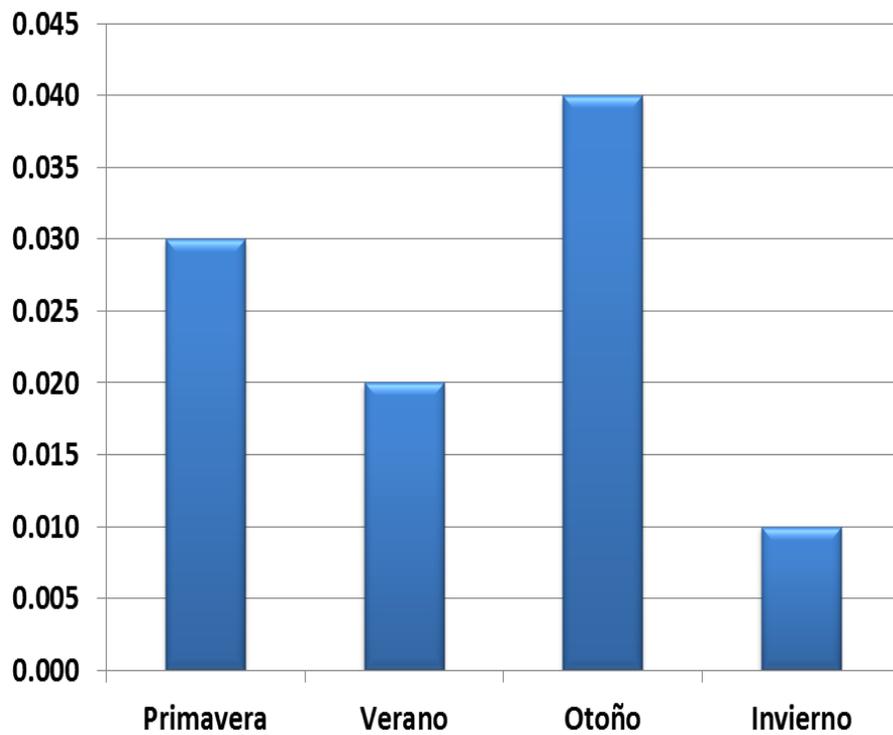


Figura 11. Índice de dominancia de Simpson evaluado para cada estación de estudio.

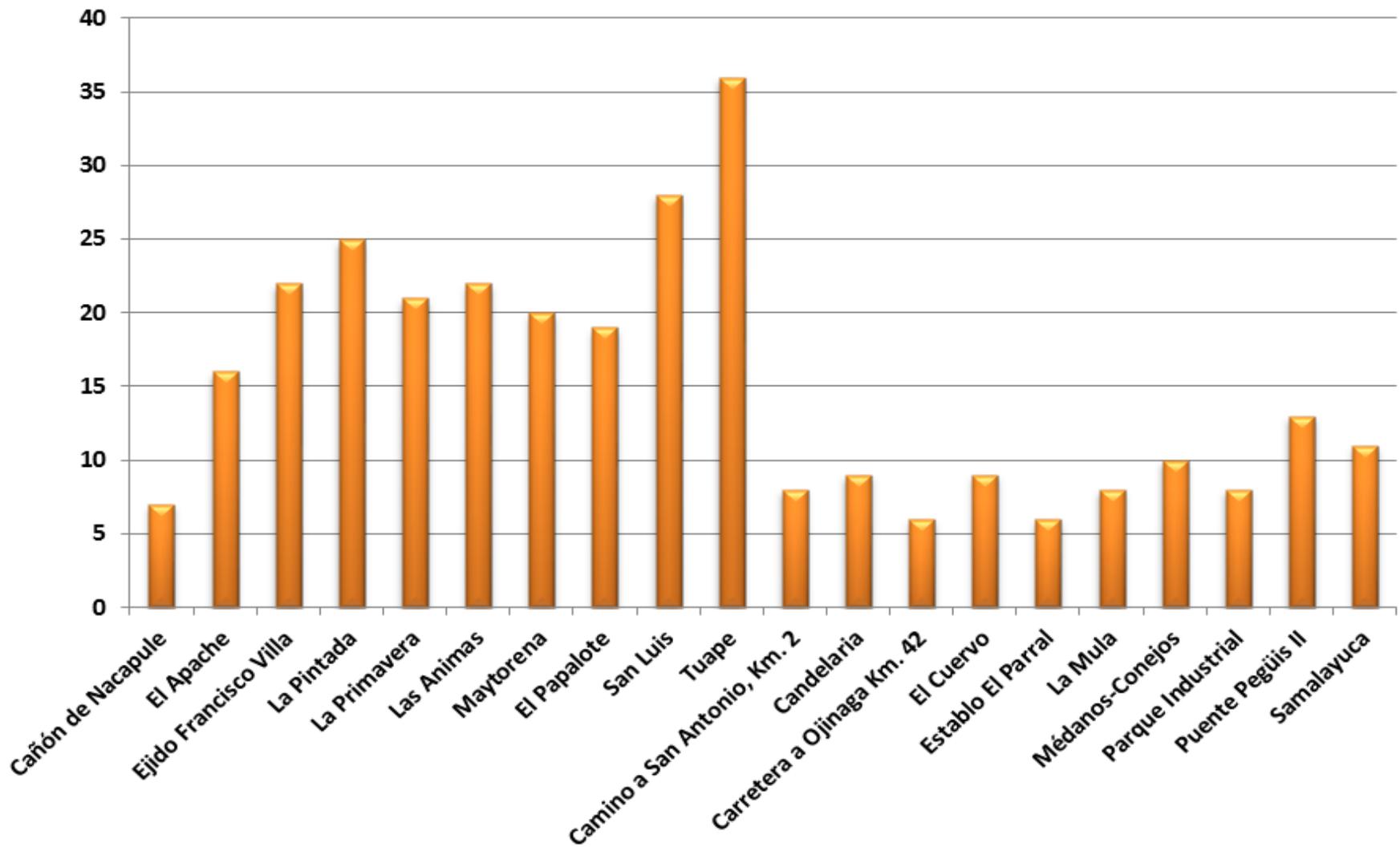


Figura 12. Riqueza de especies para cada localidad de estudio.

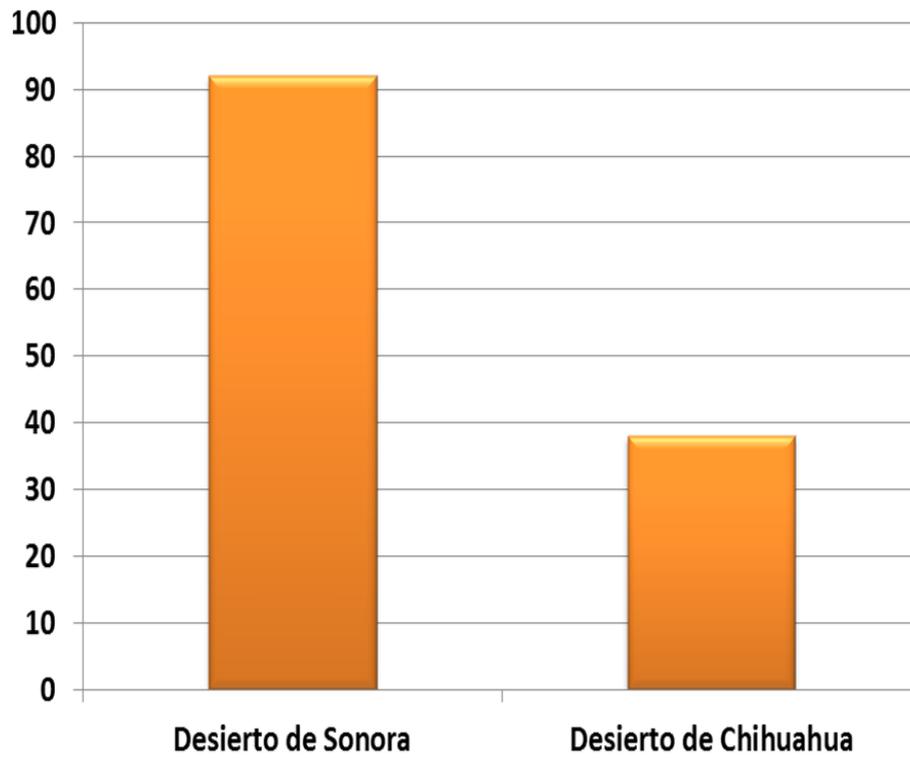


Figura 13. Riqueza de especies para las ecorregiones de estudio.

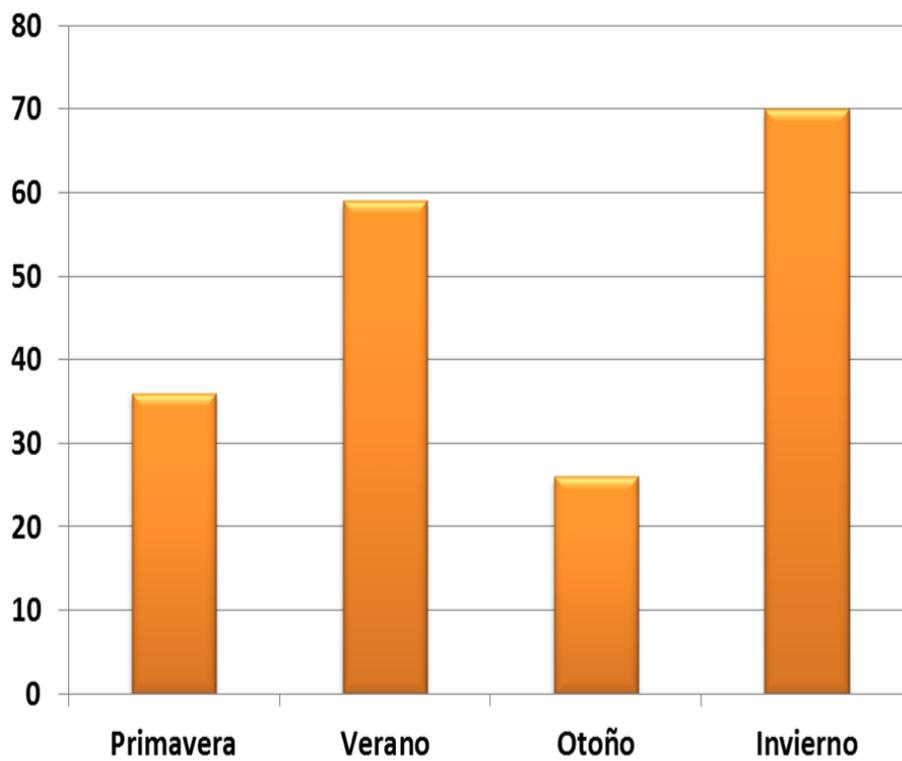


Figura 14. Riqueza de especies para cada estación de estudio.

CONCLUSIONES

Con base en el estudio realizado en la Planicie del Desierto Central Sonorense y la Planicie del Desierto Chihuahuense, la base de datos BIÓTICA 4.3 se incrementó en 525 registros, comprendidos en 108 especies, 58 géneros, 30 familias y 17 órdenes.

Los primeros registros para la biodiversidad de México son: Myxomycetes: *Badhamia spinispora*, *Comatricha mirabilis*, *Echinostelium coelocephalum* y *E. paucifilum*; Ascomycetes: *Carbomyces emergens* y *C. longii*; Basidiomycetes, Agaricomycetidae xilófagos: *Exidiopsis calcea*, *Hyphodontiella multiseptata*, *Mycoacia uda*, *Phellinus robustus*; Basidiomycetes, hongos gasteroides: *Geastrum mammosum*, *Tulostoma americanum* y *T. subsquamosum*.

En relación a la myxobiota, ambos desiertos presentaron una similitud del 56.3 %. El conocimiento actual de la myxobiota en Chihuahua ascendió a 114 especies con 3 variedades, mientras que para Sonora a 112 especies. Así, el catálogo de Myxomycetes en México se incrementó a 327 especies, posicionándose estas Entidades Federativas entre los primeros lugares.

Se determinaron 10 y 33 taxones de hongos gasteroides para el Desierto Chihuahuense y Sonorense, compartiendo ocho especies. Así, Sonora ascendió a 128 especies, lo cual representa un 71 % del conocimiento nacional y es la Entidad Federativa donde se conoce la mayor diversidad de este grupo de hongos en México.

El índice de diversidad de Protoctista y Fungi fue de 4.52 y 3.64 en las planicies centrales del Desierto Sonorense y centro del Desierto Chihuahuense respectivamente, con una diversidad promedio de 2.58 para las localidades. La mayor riqueza de especies se observó en matorral desértico micrófilo durante invierno. La dominancia de protozoos y hongos fue baja en ambas ecorregiones, fluctuando de 0.01 a 0.03.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonham, C.D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons. New York.
- Castellanos, J.Z., J.X. Uvalle, A. Aguilar. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INCAPA. México.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, S. Sierra. 1986. Hongos. In: Lot, A., F. Chiang (eds.). Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. UNAM-Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. pp. 55-64.
- Encinas, L.I. 2006. Biodiversidad de macromicetos en relación a los aspectos bióticos y abióticos en la reserva de la biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, R.E. Villegas. 1996. Los Gasteromycetes citados de Sonora. Vinculación 1:3-16.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, M. Coronado, A. Estrada-Torres. 2000. Composición de gasteromicetos en un gradiente de vegetación de Sonora, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 71:39-62.
- Esqueda, M., T. Herrera, E. Pérez-Silva, A. Aparicio, G. Moreno. 2002. Distribution of *Battarrea phalloides* in Mexico. Mycotaxon 82:207-214.
- Esqueda, M., T. Herrera, E. Pérez-Silva, A. Sánchez. 2003. Distribution of *Geastrum* species from some priority regions for conservation of biodiversity of Sonora, Mexico. Mycotaxon 87:445-456.
- Esqueda, M., G. Moreno, E. Pérez-Silva, A. Sánchez, A. Altés. 2004. The genus *Tulostoma* in Sonora, México. Mycotaxon 90:409-422.
- Esqueda, M., M. Coronado, A. Sánchez, E. Pérez-Silva, T. Herrera. 2006. Macromycetes of Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve, Sonora, Mexico. Mycotaxon 95:81-90.
- Esqueda, M., A. Sánchez, M. Rivera, M.L. Coronado, M. Lizárraga, R. Valenzuela. 2009. Primeros registros de hongos gasteroides en la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe, Sonora, México. Revista Mexicana de Micología 30:19-29.
- Esqueda, M., M.L. Coronado, A. Gutiérrez, R. Valenzuela, S. Chacón, R.L. Gilbertson, T. Herrera, M. Lizárraga, G. Moreno, E. Pérez-Silva, T.R. van Devender. 2010. Hongos. In: Molina-Freaner, F., T. Van Devender (eds.). Diversidad Biológica del Estado de Sonora. UNAM-CONABIO. México. pp. 189-205.
- Franco-López, J., G. de la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L. Abarca, C. Bedia, I. Winfield. 1985. Manual de Ecología. Trillas, México.
- Gilbertson, R.L., L. Ryvarden. 1986. North American Polypores. Vol. 1. *Abortiporus-Lindteria*. Fungiflora. Oslo.
- Guzmán, G. 1983. Los hongos de la Península de Yucatán II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. Biótica 8:71-100.
- Guzmán, G. 1998. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país). In: Halffter, G. (comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica II. Volumen Especial, Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. pp. 111-175.

- Guzmán, G., T. Herrera. 1969. Macromicetos de las zonas áridas de México, II. Gasteromicetos. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 40:1-92.
- Hibbett, D.S., E.M. Pine, E. Langer, G. Langer, M.J. Donoghue. 1997. Evolution of gilled mushrooms and puffballs inferred from ribosomal DNA sequences. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 94:12002-12006.
- Hibbett, D.S., M.J. Donoghue. 2001. Analysis of character correlations among wood decay mechanism, mating systems, and substrate ranges in Homobasidiomycetes. Systematic Biology 50:215-242.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Síntesis de información geográfica y cartas temáticas digitales (SIGE de Sonora) Escala 1:1000,000. INEGI. México. CD.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Síntesis de información geográfica y cartas temáticas digitales (SIGE de Chihuahua) Escala 1:1000,000. INEGI. México. CD.
- Ju M.Y., J.D. Rogers, F. San Martín. 1997. A revision of the genus *Daldinia*. Mycotaxon 61:243-293.
- Keller H.W., S. Everhart. 2010. Importance of Myxomycetes in biological research and teaching. Fungi 3:13-27.
- Kim, S.Y., H.S. Jung. 2000. Phylogenetic relationships of the Aphylophorales inferred from sequence analysis of nuclear small subunit ribosomal DNA. Journal of Microbiology 38:122-131.
- Kim, S.Y., S.Y. Park, K.S. Ko, H.S. Jung. 2003. Phylogenetic analysis of *Antrodia* and related taxa based on partial mitochondrial SSU rDNA sequences. Antonie van Leeuwenhoek 83:81-88.
- Kirk, P.M., P.F. Cannon, J.C. David, J.A. Stalpers. 2008. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. 10 ed. CAB International. Wallingford.
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarities among multiple communities. Oikos 76:5-13.
- Lizárraga, M., G. Moreno, H. Singer, C. Illana. 2003. Myxomycetes from Chihuahua, Mexico. Mycotaxon 88: 409-424.
- Lizárraga, M., G. Moreno, C. Illana, H. Singer. 2005. Myxomycetes from Chihuahua, México. III. Mycotaxon 93:75-88.
- Long, W.H., D.J. Stouffer. 1948. The Geastraceae of the south-western United States. Mycologia 40:547-585.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Martin G.W., C.J. Alexopoulos. 1969. The Myxomycetes. Estados Unidos. University of Iowa Press. Iowa.
- Méndez-Mayboca, F.R., S. Chacón, M. Esqueda, M. Coronado. 2008. Ascomycetes of Sonora, Mexico. 1: The Ajos-Bavispe national forest reserve and wildlife refuge. Mycotaxon 103:87-95.
- Méndez-Mayboca, F., J. Checa, M. Esqueda, S. Chacón. 2010. New records of *Loculoascomycetes* from natural protected areas in Sonora, Mexico. Mycotaxon 111:19-30.
- Mittermeier R.A., N. Meyers, P. Róbles-Gil, C. Goettsch. 1999. Hotspots - Earth's biologically richest and most endangered ecoregions. CEMEX-Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

- Moreno, G., A. Altés, C. Ochoa, J.E. Wright. 1995. Contribution to the study of the Tulostomataceae in Baja California, Mexico. I. *Mycologia* 87:96-120.
- Moreno, G., A. Altés, C. Ochoa. 2003. Notes on some type materials of *Disciseda* (*Lycoperdaceae*). *Persoonia* 18:215-223.
- Moreno, G., M. Lizárraga, C. Illana. 2007a. Catálogo de los Myxomycetes de México. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 31:187-229.
- Moreno, G., M. Esqueda, E. Pérez-Silva, T. Herrera, A. Altés. 2007b. Some interesting gasteroid and secotioid fungi from Sonora, Mexico. *Persoonia* 19: 265-280.
- Moreno, G., M. Lizárraga, M. Esqueda, M.L. Coronado. 2010. Contribution to the study of gasteroid and secotioid fungi of Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon* 112:291-315.
- Morgenstern, I., S. Klopman, D.S. Hibbett. 2008. Molecular evolution and diversity of lignin degrading heme-peroxidases in the Agaricomycetes. *Journal of Molecular Evolution* 66:243-257.
- Müller-Dombois, D., H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York.
- Ochoa, C., G. Moreno. 2006. Hongos gasteroides y secotioides de Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 30:121-166.
- Pérez-Silva, E., M. Esqueda, T. Herrera. 1994. Contribución al conocimiento de los gasteromicetos de Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 10:77-101.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica mexicana. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1 ed. digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Shreve, F., I.L. Wiggins. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert. Vol. 1. Stanford University Press. Stanford, California.
- Stephenson, S., H. Stempen. 1994. Myxomycetes, a handbook of slime molds. Timber Press. Estados Unidos.
- Trappe, J.M. 1979. The orders, families and genera of hypogeous Ascomycotina (Truffles and their relatives). *Mycotaxon* 9:279-340.
- Trappe, J.M., N.S. Weber. 2001. North American desert truffles: The genus *Carbomyces* (Ascomycota, Carbomycetaceae). *Harvard Papers in Botany* 6:209-214.
- Zak, J.C., W.G. Whitford. 1986. The occurrence of a hypogeous Ascomycete in the northern Chihuahuan desert. *Mycologia* 78:840-841.
- Zeller, S.M. 1948. Notes on certain Gasteromycetes, including two new orders. *Mycologia* 40:639-668.