



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**Diversidad de plantas gipsófilas en el desierto  
Chihuahuense**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

**Vinajel Torres Alba**

Matrícula: 2153024672

ASESORAS

Externa: Dra. Helga Ochoterena Booth

Interna: M. En C. Beatriz González Hidalgo

Ciudad de México

Marzo del 2020

## Resumen

En la presente investigación se busca tener una mejor comprensión de las gipsófilas, para así ayudar a buscar estrategias para la conservación y en algunos casos restauración de los ambientes extremos donde se desarrollan, un primer elemento relevante para entender la gipsofilia es conocer la diversidad de especies y los ambientes en los que se encuentran. Uno de los principales lugares donde se encuentran en México es el Desierto Chihuahuense, que de acuerdo con Villareal-Quintanilla *et al.*, (2005), contribuye más que cualquier otro estado al número de especies endémicas debido a las características ambientales que este presenta. Además de los aspectos de la conservación, las gipsófilas han sido el foco de interés en los últimos años debido a las posibles implicaciones en la agricultura debido a sus mecanismos especiales de adaptación (tolerancia al estrés) (Czaja *et al.*, 2014). Es por esto que para incrementar la información que se tiene de su diversidad se generó un listado florístico de gipsófilas presentes en el desierto Chihuahuense, principalmente en los municipios de Aramberri y General de Zaragoza en el estado de Nuevo León y se realizó un mapa con los posibles afloramientos de yeso en las zonas, se llevó a cabo con ayuda de un método propuesto por Ochoyterena *et al.* (2018), en el artículo: *Gypsum and plant species: a marvel of Cuatro Ciénegas and the Chihuahuan Desert*.

**Palabras clave:** Gipsófilas, Desierto Chihuahuense, Aramberri y General de Zaragoza.

## Índice

<i>Introducción</i> .....	4
<i>Revisión de literatura</i> .....	5
<i>Objetivos</i> .....	6
<i>Objetivo particular</i> .....	6
<i>Área de estudio</i> .....	6
<i>Metodología</i> .....	7
<i>Resultados</i> .....	9
<i>Discusión</i> .....	11
<i>Conclusión</i> .....	11
<i>Referencias</i> .....	12
<i>Anexos</i> .....	14

- Introducción

El desierto Chihuahuense es el de mayor extensión en Norteamérica, es considerado una de las regiones secas con mayor riqueza de especies del mundo. La Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental se consideran los límites del desierto, pero la delimitación precisa de la frontera en el sur y en el norte todavía está sujeta a debate (Granados-Sánchez *et al.*, 2012).

Entre las vastas planicies del desierto chihuahuense se presentan montañas aisladas de elevada altitud, sometidas a la fuerte influencia del desierto, lo que ha generado los gradientes de vegetación y clima típicos de esta gran unidad ecogeográfica, presenta una altitud que varía entre los 600 y los 1675 msnm, como consecuencia, tiende a tener un clima muy árido (Granados-Sánchez *et al.*, 2012). Estos climas favorecen los depósitos superficiales de yeso y los gipsisoles (suelos de yeso). Estos suelos se producen en todo el mundo y cubren alrededor de 207 millones de hectáreas. Los afloramientos de yeso son los más concentrados en la región del Desierto Chihuahuense, pero también ocurren en Baja California, Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Tamaulipas. Donde sea que se encuentren los gipsisoles tienden a formar "islas" discretas separadas entre cientos de metros y cientos de kilómetros. Se piensa que esto promueve la diversificación alopatrica de plantas restringidas al yeso (Ochoterena *et al.*, 2018) En contraste con la mayoría de los suelos ricos en NaCl que se concentran principalmente a lo largo de las orillas del mar o menos comúnmente en los desiertos interiores, la roca de yeso se encuentra principalmente en depósitos interiores y se deriva de lagunas hipersalinas antiguas y poco profundas. Debido a su alta solubilidad, el lecho de roca a menudo se mezcla con los suelos circundantes, creando mosaicos de suelos con diferentes contenidos de yeso. Los gipsisoles se caracterizan por contenidos de yeso >5% y la presencia de un horizonte gypsico en el que se acumula el yeso (Moore *et al.*, 2014).

Las plantas que viven en suelos de yeso muestran diversos grados de fidelidad al yeso y emplean una variedad de estrategias de supervivencia, las cuales se han utilizado como base para la clasificación ecológica. En la actualidad la información que se tiene sobre este tipo de plantas en México es poca, debido a la falta de estudios realizados para conocerla más a fondo. Esto representa una limitación para poder realizar y llevar a cabo un manejo y conservación de las plantas que se desarrollan en estos ambientes. Un primer elemento relevante para entender la gypsofilia es conocer la diversidad de especies que crecen en estos ambientes extremos, lo que podría conducirnos a estudiar las características o estrategias especiales que se lo permiten (Ayala, 2018). Para tener una mejor comprensión de las plantas gipsófilas, se necesitan buscar estrategias para la conservación y en algunos casos restauración para este tipo de ambiente. Por lo que el objetivo de esta investigación es contribuir al incremento de información que se tiene de su diversidad a través de la generación de un listado florístico de gipsófilas presentes en el desierto Chihuahuense, principalmente en los municipios de Aramberri y General de Zaragoza en el estado de Nuevo León.

- Revisión de literatura

En México hay una gran diversidad de suelos, como lo reflejan los datos de INEGI (2007), según los cuales existen 26 de los 30 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO-ISRIC-ISSS, 1998). Uno de estos grupos son los Calcisoles; aquellos suelos propios de las zonas áridas y semiáridas en donde la deficiencia de humedad impide el lavado de sustancias solubles como sales y carbonatos, especialmente de calcio, que se acumulan a lo largo de su perfil y forman una capa impermeable (FAO, 2001). En México, se encuentran en el Desierto Chihuahuense, y en los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (Semarnat, 2005). Dentro de este grupo de suelos se encuentran los gipsisoles, son aquellos que se caracterizan por un contenido de yeso (sulfato de calcio hidratado) superior al 15% y la presencia de un horizonte gípsico en el que se acumula yeso (Escudero *et al.*, 2014). Cuando la cantidad de yeso es grande, controla las propiedades del suelo y puede ejercer efectos adversos sobre sus características agrícolas o ingenieriles debido a que, el yeso se comporta como un componente semisoluble del suelo, su presencia puede afectar el crecimiento vegetal y su productividad (Mota *et al.*, 2011). Una de las zonas de México con mayor presencia de gipsisóles es el Desierto Chihuahuense, lo presenta en su mayor proporción del territorio, este se encuentra al norte del país y abarca los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas y se extiende a los Estados Unidos de América en los estados de Arizona, Nuevo México y Texas

(Villareal-Quintanilla *et al.*, 2005)

Los afloramientos de yeso están ampliamente distribuidos en el Desierto Chihuahuense, formando lomeríos o bien en el fondo de valles, a menudo en bolsones o cuencas endorreicas y también llegando a formar dunas (González-Medrano, 2012), esas zonas se han vuelto de gran interés biológico debido a la rareza y riqueza que atesoran (Mota *et al.*, 2011).

A las plantas que crecen exclusivamente en gipsisóles se les denomina gipsófilas, estas especies forman un tipo de vegetación que no parece compartir una estrategia adaptativa común, algunos investigadores no las consideran especialistas sino más bien aisladas, y desde este punto de vista las gipsófilas compondrían una flora muy antigua adaptadas a climas secos donde la competencia es menor (Mota *et al.*, 2011). La presencia de este tipo de vegetación viene condicionada por dos factores que deber operar de forma simultánea: la existencia de suelos con yesos y escasa precipitaciones. Esto quiere decir que la presencia de yeso no garantiza la presencia de este tipo de vegetación (Escudero *et al.*, 2014). Se les puede clasificar en dos grupos principales, las gipsófilas (o gypsophiles) viven exclusivamente en los suelos de yeso y las gipsovagas viven tanto en sustratos de yeso como en suelos sin yeso (Czaja *et al.*, 2014). Sin embargo todavía no se conoce una razón definitiva sobre la presencia de que estas plantas habiten en este tipo de ambientes. Escudero (2009) menciona dos hipótesis, la química y la física. La primera respectivamente supone que existe algún tipo de restricción ligada a la especial naturaleza química de estos sustratos que determinaría la presencia de estas plantas, las cuales, lógicamente, serían las únicas capaces de sobrevivir en

estas condiciones. Esta hipótesis química ha explorado al menos las siguientes posibilidades: escasez de macronutrientes (N, P y K), exceso de macronutrientes (S, Ca y Mg), antagonismos iónicos y toxicidad por micronutrientes. Sin embargo, los resultados nunca han llegado a ser concluyentes. La segunda hipótesis, la física dice que las dificultades para el desarrollo de cualquier tipo de vegetación tienen que ver con la presencia de una costra física de carácter superficial en el suelo, que puede llegar a ser extremadamente dura, pero las gipsófilas tienen la capacidad de atravesar esa costra durante su germinación y desarrollo de la radícula. Esto, además, explicaría por qué no aparecen estas comunidades cuando las condiciones climáticas son más húmedas. Sin embargo, en algunas circunstancias no se forma dicha costra superficial y las comunidades gipsófilas siguen aflorando. Otra característica importante de este grupo de plantas es que muchas son endémicas de las regiones en las que se desarrollan. El Desierto Chihuahuense de acuerdo con Villareal-Quintanilla *et al.*, (2005), contribuye más que cualquier otro estado al número de especies endémicas debido a las características ambientales que este presenta. Además de los aspectos de la conservación, las gipsófilas han sido el foco de interés en los últimos años debido a las posibles implicaciones en la agricultura debido a sus mecanismos especiales de adaptación (tolerancia al estrés) (Czaja *et al.*, 2014).

- Objetivo General

Generar un listado florístico de las especies que se desarrollan en gipsisoles en los municipios de Aramberri y General Zaragoza, en el Estado de Nuevo León, dentro del desierto Chihuahuense.

- Objetivo particular

Conocer las especies de gipsisoles en los municipios de Aramberri y General Zaragoza, en el Estado de Nuevo León, dentro del desierto Chihuahuense mediante la creación de un mapa por georreferencia, generando información que ayude a conocer el estado de conservación de estas especies.

#### Área de estudio



Figura 1. Mapa del área de estudio

General Zaragoza se encuentra al sur del estado de Nuevo León, es el municipio No. 24 en el estado. Sus coordenadas geográficas son: 23°58'30' de latitud norte y 99°46' de longitud oeste, a una altura de 1,380 msnm. Limita al norte con el municipio de Aramberri, al sur con los municipios de Hidalgo, Güemez y Miquihuana del Estado de Tamaulipas y al oeste con Doctor Arroyo. Por su clima tan variado, la orografía de Zaragoza, tiene una flora muy variada ya que cambia de una región a otra. Se presentan dos formas características de relieve: zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 94% de la superficie, se localizan en todo el municipio, y están formadas por: El Picacho San Onofre (Sierra Peña Nevada) (INEGI, 2000). Aramberri se localiza en la parte sur del estado de Nuevo León, en las coordenadas 24°49' longitud oeste, a una altitud de 1,077 msnm. Limita al norte con Galeana e Iturbide, al sur con Doctor Arroyo y Zaragoza, al este con Tamaulipas y al oeste con Galeana y Doctor Arroyo. El municipio está atravesado en la parte este, de sur a norte, por la Sierra Madre Oriental, la cual le da un clima templado. Sus principales cerros y picachos son: El cerro del Viejo, La Vieja y El Niño en la parte sur, La Ventana y El Chocolate en el oriente (INEGI, 2000).

- Metodología

Este trabajo representa una extensión metodológica de aquella propuesta por Ochoterena *et al.* (2018), en el artículo: *Gypsum and plant species: a marvel of Cuatro Ciénegas and the Chihuahuan Desert.*

- 1- Se revisaron las bases de datos MEXU (<https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/>) y la base de datos SEINet (<http://swbiodiversity.org/seinet/>) para especímenes de herbario presentes en los dos municipios usando las palabras clave “Aramberri”, “General de Zaragoza” y “Zaragoza” para la búsqueda. Los herbarios incluidos cubren la mayoría de las colecciones botánicas importantes del desierto de Chihuahua. Las muestras georreferenciadas se utilizaron para crear una base de datos común que incluía 1732 registros, que después de fusionar duplicados consistían en 1722 registros, de los cuales se descartaron 9 debido a la imposibilidad de georreferenciarlos. Se hizo la georreferenciación de algunos registros usando diversas herramientas electrónicas como Google Earth Pro, Mapcarta y el mapa digital de México INEGI.
- 2- Las muestras con etiquetas de herbario indicaban la recolección se realizó en suelos de yeso se identificaron manualmente y se utilizaron para construir una base de datos de subconjuntos (muestras de yeso georreferenciadas) constaba con 56 registros no necesariamente restringidas al municipio.
- 3- En el método original se emplearon dos versiones de acceso abierto de imágenes ArcGIS Landsat que se centraron en espectros infrarrojos de onda corta: (1) imágenes

Landsat 7, con canales 7, 4 y 3 (<http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?services=3ce1280b32344df499a4cd15a407f2e3>); y (2) imágenes Landsat 8 (capa 6.1), con los canales 7, 6 y 4 (<http://imageryworkflows.arcgis.com/LandsatPOI/>). Al no encontrarse disponibles estas capas, en esta investigación se utilizó la capa [https://satellites.pro/Mexico\\_map#24.198944,-99.940910,14](https://satellites.pro/Mexico_map#24.198944,-99.940910,14). Bajo estas combinaciones de canales, el yeso aparece de color turquesa, muy similar al color del hielo de agua en la misma combinación espectral, muy probablemente porque el yeso tiene moléculas de agua atrapadas dentro de él. Usando imágenes de Google Earth es posible diferenciar potenciales afloramientos de yeso en la región del desierto de Chihuahua, principalmente en los municipios de Aramberri y General de Zaragoza.

- 4- Las áreas identificadas como posibles afloramientos de yeso se rastrearon de manera aproximada utilizando la herramienta de polígono en Google Earth. Estos polígonos se exportaron como archivos .kml, para después importarlos como archivos formato shape (.shp) en ArcMap 10.5, obteniendo un total de 89 polígonos. Este método para identificar posibles afloramientos de yeso es poderoso, pero laborioso, ya que la concentración de yeso da como resultado diferentes intensidades azules y las áreas con afloramientos de yeso que son muy pequeñas o tienen concentraciones de yeso relativamente bajas pueden ser difíciles de detectar. Las muestras de yeso georreferenciadas (56 colecciones, sin duplicados) se utilizaron para complementar la ubicación visual de posibles afloramientos de yeso. Todas las formas de polígonos se fusionaron en una sola capa en ArcMap 10.5, que se utilizó para consultar toda la base de datos y poder hacer un solo listado de la zona. Intersectando todos los registros de los dos municipios y el límite de estos en esta nueva capa se corroboró que realmente estuvieran dentro de los municipios estudiados, al descartarse los registros que caían fuera estos se obtuvo un total de 1490 datos.
- 5- De igual manera se utilizó ArcGIS para realizar una intersección entre los registros gipsóilos georreferenciados de las bases de datos con las áreas de posible presencia de yeso (polígonos) y generar un mapa. Las muestras de yeso georreferenciadas se utilizaron para complementar la ubicación visual de posibles afloramientos de yeso, si de hecho indicaban la posible presencia de yeso, se trazaba un nuevo polígono. El proceso se realizó de forma iterativa con cada nueva base de datos a la que se podía acceder hasta que no se encontraran más polígonos nuevos. Las localidades georreferenciadas eran ocasionalmente obviamente incorrectas (la localidad no coincidía necesariamente con las georreferencias) y éstas se corrigieron siempre que era posible, o se descartaron. Las encontradas fuera de un polígono se verificaron con las imágenes de Satellites.
- 6- Todas las formas de polígono se fusionaron en una sola capa en ArcMap 10.5, se utilizó para consultar toda la base de datos de colecciones. Aquellas encontradas dentro del municipio y dentro de un polígono (501 colecciones) fueron consideradas como potenciales gypsophilas.



7- En la lista preliminar de especies que crecen en yeso basada en especímenes de herbario se empezó a realizar la depuración de la nomenclatura tanto de familias como especies verificando la información en <http://tropicos.org/>.

- Resultados

En total, se identificaron 89 afloramientos potenciales de yeso (polígonos) con diferentes tamaños y concentraciones de este. Es importante recordar que los polígonos se trazan como formas generales utilizando una escala relativamente grande, mientras que el yeso rara vez se distribuye de manera homogénea en todas las áreas. Dentro del listado florístico se obtuvieron 78 familias de los 501 registros, 257 géneros y 363 especies. De los dos municipios en General de Zaragoza se presentaron 203 registros, por lo tanto en Aramberri se obtuvieron 298 registros.

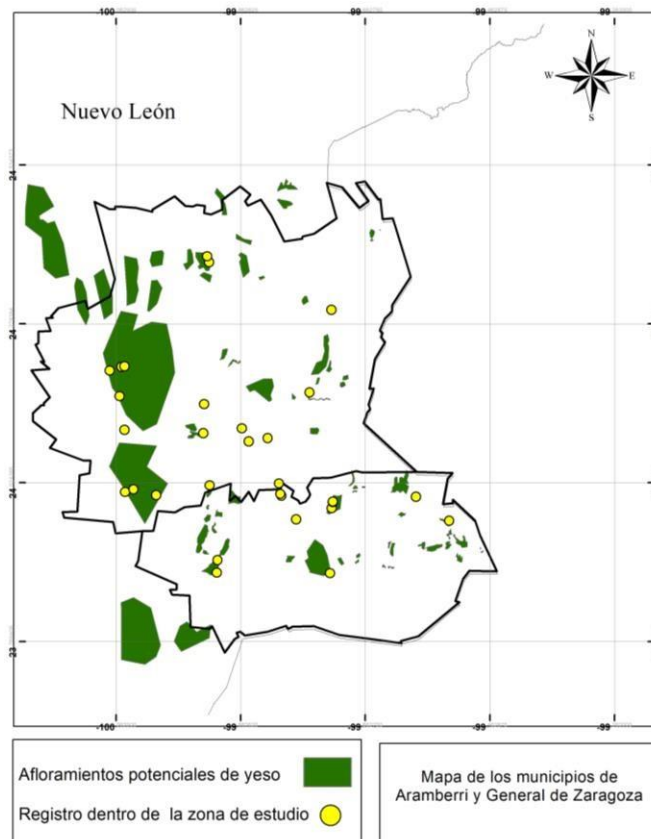


Figura 2. Mapa de afloramientos potenciales de yeso y registros dentro de los municipios de Aramberri y General de Zaragoza

La tabla 1. Representa las principales familias, géneros y especies encontradas, del total de las 78 familias las principales fueron 11, siendo la más representativa la Asteraceae, seguida de Fabaceae. De los 257 (anexos 1) géneros encontrados los más representativos fueron 23 siendo los más representativos Ageratina, Quercus, Leucophyllum y Salvia y de las 363 especies las que se encontraron con mayor número de registro fueron Ageratina

calaminthifolia, *Ageratina calaminthifolia*, *Chromolaena odorata*, *Leucophyllum pruinatum* y *Leucophyllum zygophyllum* con cuatro registros cada una, *Lobelia gypsophila* con cinco registros.

Tabla 1. Las principales familias, géneros y especies encontradas

Principales familias	Género	Especie
Asteraceae	Ageratina	<i>Ageratina calaminthifolia</i>
		<i>Ageratina havanensis</i>
	Brickellia	<i>Brickellia laciniata</i>
		<i>Brickellia lemmonii</i>
		<i>Brickellia veronicifolia</i>
	Chromolaena	<i>Chromolaena odorata</i>
	Senecio	<i>Senecio picridis</i>
		<i>Senecio richardsonii</i>
Stevia	<i>Stevia berlandieri</i>	
	<i>Stevia tephra</i>	
Boraginaceae	Heliotropium	<i>Heliotropium angiospermum</i>
Cactaceae	Mammillaria	<i>Mammillaria picta</i>
	Turbincarpus	<i>Turbincarpus gracilis</i>
Campanulaceae	Lobelia	<i>Lobelia gypsophila</i>
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton fruticosus</i>
	Euphorbia	<i>Euphorbia furcillata</i>
		<i>Euphorbia neilmulleri</i>
Fabaceae	Acacia	<i>Acacia parviflora</i>
	Brongniartia	<i>Brongniartia foliolosa</i>
	Dalea	<i>Dalea greggii</i>
	Phaseolus	<i>Phaseolus pedicellatus</i>
	Quercus	<i>Quercus laurina</i>
<i>Quercus polymorpha</i>		
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia ballotiflora</i>
		<i>Salvia coccinea</i>
		<i>Salvia microphylla</i>
		<i>Salvia unicastata</i>
	Teucrium	<i>Teucrium cubense</i>
Poaceae	Muhlenbergia	<i>Muhlenbergia gypsophila</i>
	Setaria	<i>Setaria parviflora</i>
Pteridaceae	Notholaena	<i>Notholaena candida</i>
Scrophulariaceae	Leucophyllum	<i>Leucophyllum hintoniorum</i>
		<i>Leucophyllum zygophyllum</i>
Verbenaceae	Lantana	<i>Lantana achyranthifolia</i>

- **Discusión**

Al principio de la búsqueda se encontraron 56 registros de plantas gipsófilas en los municipios de Aramberri y General de Zaragoza, al aplicar el método el registro aumento a 501 datos, confirmando la efectividad de este.

En otras investigaciones realizadas en el desierto Chihuahuense como la de Pinkava DJ

(1984) reposto 48 especies gipsófilas en la cuenca de Cuatro Ciénegas, Villarreal Quintanilla y Encina-Domínguez (2005) reportaron 35 especies para yeso dentro de 6 familias, de las cuales Cactaceae es la más representativa y también se encontró en la presente investigación, al igual que las familias Pinaceae y Rubiaceae, Ochoterena *et al.* (2018) reportaron 297 aplicando el método descrito. Las diferencias en el número de especies reportadas se pueden deber a las diferencias en el área cubierta o en el enfoque de la investigación, así como por el método desarrollado aquí, por lo que se recomienda que estos resultados se evalúen más a fondo con exploración de campo adicional y análisis de suelos. Además, el método proporciona bases para una mayor exploración centrada en suelos de yeso mediante la identificación de afloramientos potenciales de yeso en el área de interés.

El estudio de las especies de gypsófilas es importante para comprender los mecanismos ecofisiológicos que conducen a la capacidad de las plantas para prosperar en el yeso. Asimismo, la gran diversidad ecológica de los afloramientos de yeso en el Desierto Chihuahuense presenta una oportunidad importante para comprender cómo los factores edáficos y climáticos ayudan a dar forma a la evolución y al ensamblaje de la comunidad.

Debido a que el desierto de Chihuahua tiene la flora de gypsófilas más grande conocida en el mundo, es un banco de pruebas importante para estudios. Sintetizar la literatura disponible y las colecciones de suelos de yeso es un primer paso necesario en cualquier exploración más profunda de la evolución y ecología de las plantas en yeso.

- **Conclusión**

La diversidad presente en el desierto Chihuahuense es notable al encontrar un registro total de 363 especies de posibles afloramientos gipsófilos dentro de los municipios de Aramberri y General de Zaragoza.

A través de la presente investigación podemos confirmar que el método propuesto es de gran utilidad para poder incrementar el número de registros con potencial gipsófilo. Gracias al método se busca incrementar la información sobre especies que crecen en los suelos yesosos del Desierto Chihuahuense o diferentes partes del mundo y se espera que se sigan generando listados de las especies gipsófilas para entenderlas y conocerlas más a fondo.

- Referencias

Alphen van J. G. y De los Ríos F. 1971. Gypsiferous soils notes on their characteristics and management. International Institute for Land Reclamation and Improvement. 45pp.

Ayala, M. 2018. Diversidad de la anatomía foliar en linajes de plantas gipsófilas (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 16-28pp.

Czaja a., Estrada-Rodríguez J. y Flores H. 2014. The gypsum dunes of Cuatro Ciénegas valley, México a secondary sabkha ecosystem with gypsophytes. En: Khan M.A., Böer B. Öztürk M., Al Abdessalaam T. Z., Clüsener-Godt M. y Gul B. eds. Sabkha ecosystem: Volume IV: Cash crop halophyte and biodiversity. 81 Conservation, Tasks for vegetation science 47, Springer. 81-92 pp.

Escudero A. 2009. Vegetación gipsícola mediterránea (Gypsophiletalia). En: Ministerio de medio Ambiente y Rural y Marino. Secretaría general técnica Centro de Publicaciones. Eds. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 78pp.

Escudero A., Palacios S., Maestre F. T., y Luzuriaga A. L. 2014. Plant life on gypsum: a review of its multiple facets. Biological Reviews.90: 1-18pp.

FAO-ISRIC-ISSS. World reference base for soil resources. Rome. 1988. Disponible en: [www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.htm](http://www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.htm) Fecha de consulta: 11-06-2019.

FAO. 2001. Major soils of the world. World reference base for soil resources: Atlas. CD-Room. Disponible en: [www.isric.org/Isric/Webdocs/Docs/Major\\_Soils\\_of\\_the\\_World/start.pdf](http://www.isric.org/Isric/Webdocs/Docs/Major_Soils_of_the_World/start.pdf) Fecha de consulta: 11-06-2019.

Granados-Sánchez D., Sánchez-González, Arturo, Granados Victorino, Ro Linnx, & Borja de la Rosa, Amparo. 2011. Ecología de la vegetación del desierto chihuahuense. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. 7(spe). Disponible en: <https://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.102> Fecha de consulta: 26-06-19

González-Medrano M. F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. 1ª ed. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México D.F. 37- 63 pp.

INEGI. 2007. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Serie II, escala 1:250 000 (Continuo Nacional). México. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/> Fecha de consulta: 13-06-19.

INEGI. 2000, Anuario Estadístico del Estado de Nuevo León, Gobierno del Estado de Nuevo León.

Moore J., Mota J., Douglas N., Flores-Olivera H. y Ochoterena H. 2014. The Ecology, Assembly, and Evolution of Gypsophilic Floras. Department of Biology, Oberlin College, Oberlin, OH, USA. 2-26pp.

Mota J. F., Sánchez-Gómez P. y Guíardo J. S. (Eds.). 2011. Diversidad vegetal de las yeseras ibéricas. El reto de los archipiélagos edáficos para la biología de la conservación. ADFI-Mediterráneo Asesores Consultores. Almería. 35-77pp.

Ochoterena H., Flores-Olivera H., Gómez-Hinostrosa C. y Moore J. 2018. Gypsum and plant species: a marvel of Cuatro Ciénegas and the Chihuahuan Desert. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2-18 pp.

Pinkava DJ (1984) Vegetation and flora of the bolsón of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science, 19: 23-47.

Semarnat. 2005. Suelos de México. Informe el Estado Actual del Ambiente en México.

Disponible en:

[ww.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap\\_3\\_suelos.pdf](http://ww.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf) Fecha de consulta: 20 -06-2019.

Villarreal-Quintanilla J., Bartolomé-Hernández J., Estrada-Castillón E., Ramírez-Rodríguez H. y Martínez-Amador S. 2005. El elemento endémico de la flora vascular del Desierto Chihuahuense. Acta Botánica Mexicana 118:65-96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1201> Fecha de consulta: 12-06-2019.

Villarreal-Quintanilla JÁ, Encina-Domínguez JA (2005) Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. Acta Botánica Mexicana, 70: 1-46.

- Anexos

Anexo 1. Listado florístico de las especies que se desarrollan en gipsisoles en los municipios de Aramberri y General Zaragoza.

Familia	Género	Especie
Acanthaceae	Dyschoriste	Dyschoriste linearis
Amaranthaceae	Chenopodium	Chenopodium leptophyllum
	Froelichia	Froelichia gracilis
Amaryllidaceae	Allium	Allium hintoniorum
Anacardiaceae	Pistacia	Pistacia mexicana
	Rhus	Rhus virens
Apiaceae	Eryngium	Eryngium serratum
	Sanicula	Sanicula liberta
Apocynaceae	Apocynum	Apocynum cannabinum
	Asclepias	Asclepias curassavica
Asparagaceae	Agave	Agave celsii
		Agave americana
Aspleniaceae	Elaphoglossum	Elaphoglossum pilosum
	Phanerophlebia	Phanerophlebia umbonata
Asteraceae	Achillea	Achillea millefolium
	Acourtia	Acourtia runcinata
	Ageratina	Ageratina calaminthifolia
		Ageratina calophylla
		Ageratina espinosarum
		Ageratina havanensis
		Ageratina ligustrina
		Ageratina potosina
		Ageratina viburnoides
		Ageratina viejoana
	Archibaccharis	Archibaccharis serratifolia
	Astranthium	Astranthium splendens
	Baccharis	Baccharis salicina
	Bahia	Bahia absinthifolia
	Barkleyanthus	Barkleyanthus salicifolius
	Bidens	Bidens ferulifolia
	Brickellia	Brickellia grandiflora
		Brickellia laciniata
		Brickellia lemmonii
		Brickellia subuligera
	Brickellia veronicifolia	

Calyptocarpus	Calyptocarpus vialis
Chaetopappa	Chaetopappa bellioides
Chaptalia	Chaptalia nutans
Chromolaena	Chromolaena collina
	Chromolaena odorata
	Chromolaena tamaulipasensis
Chrysactinia	Chrysactinia mexicana
	Chrysactinia pinnata
Cirsium	Cirsium acrolepis
Conoclinium	Conoclinium betonicifolium
Conyza	Conyza coronopifolia

Cosmos	Cosmos sulphureus
Critoniopsis	Critoniopsis obtusa
Dyssodia	Dyssodia pinnata
Engelmannia	Engelmannia pinnatifida
Erigeron	Erigeron basilobatus
	Erigeron modestus
Eupatorium	Eupatorium pycnocephalum
Flaveria	Flaveria anomala
Fleischmannia	Fleischmannia porphyranthema
Flyriella	Flyriella stanfordii
Gaillardia	Gaillardia comosa
	Gaillardia mexicana
Gamochaeta	Gamochaeta purpurea
Gnaphalium	Gnaphalium brachypterum
Gochnatia	Gochnatia hypoleuca
Grindelia	Grindelia obovatifolia
Gutierrezia	Gutierrezia microcephala
	Gutierrezia texana
Gymnosperma	Gymnosperma glutinosum
Helenium	Helenium elegans
Heterotheca	Heterotheca mucronata
	Heterotheca subaxillaris
Hieracium	Hieracium abscissum
Isocoma	Isocoma gypsophila
Laennecia	Laennecia schiedeana
Melampodium	Melampodium aureum

	Melampodium perfoliatum
Packera	Packera coahuilensis
Parthenium	Parthenium argentatum
	Parthenium hysterophorus
	Parthenium incanum
Perymenium	Perymenium hintoniorum
Pluchea	Pluchea carolinensis
	Pluchea symphytifolia
Pseudognaphalium	Pseudognaphalium purpurascens
Psilactis	Psilactis brevilingulata
Pyrrhopappus	Pyrrhopappus pauciflorus
Roldana	Roldana aschenborniana
Rumfordia	Rumfordia exauriculata
Senecio	Senecio picridis
	Senecio richardsonii
	Senecio tolucanus
	Senecio viejoanus
Solidago	Solidago gigantea
	Solidago pringlei
Stevia	Stevia berlandieri
	Stevia incognita
	Stevia origanoides
	Stevia ovata
	Stevia serrata
	Stevia tephra
Symphotrichum	Symphotrichum praealtum
Tamaulipa	Tamaulipa azurea
Thelesperma	Thelesperma longipes

Townsendia	Townsendia mexicana
Trixis	Trixis inula
Verbesina	Verbesina encelioides
	Verbesina hypoglauca
	Verbesina longipes
	Verbesina microptera
	Verbesina persicifolia
	Verbesina zaragosana
Vernonia	Vernonia greggii



		Vernonia greggii var. ervendbergii
	Vigethia	Vigethia mexicana
	Viguiera	Viguiera dentata
	Xanthocephalum	Xanthocephalum texanum
	Zaluzania	Zaluzania parthenioides
	Zinnia	Zinnia peruviana
Begoniaceae	Begonia	Begonia gracilis
Betulaceae	Ostrya	Ostrya virginiana
Boraginaceae	Cynoglossum	Cynoglossum henricksonii
	Ehretia	Ehretia anacua
	Heliotropium	Heliotropium angiospermum
		Heliotropium confertifolium
	Lithospermum	Lithospermum leonotis
	Tiquilia	Tiquilia greggii
Tiquilia purpusii		
Brassicaceae	Draba	Draba helleriana
	Lepidium	Lepidium lasiocarpum
	Lesquerella	Lesquerella berlandieri
Bromeliaceae	Hechtia	Hechtia glomerata
	Tillandsia	Tillandsia karwinskyana
Burseraceae	Bursera	Bursera schlechtendalii
Cactaceae	Echinocereus	Echinocereus parkeri
	Ferocactus	Ferocactus echidne
	Mammillaria	Mammillaria picta
	Opuntia	Opuntia pachyrrhiza
		Opuntia robusta
		Opuntia stenopetala
	Thelocactus	Thelocactus conothelos
		Thelocactus rinconensis
	Turbinicarpus	Turbinicarpus gracilis
Turbinicarpus zaragosae		
Campanulaceae	Lobelia	Lobelia cardinalis
		Lobelia gypsophila
Capparaceae	Polanisia	Polanisia uniglandulosa
Caprifoliaceae	Lonicera	Lonicera pilosa
Caryophyllaceae	Arenaria	Arenaria gypsostrata
	Stellaria	Stellaria cuspidata
Celastraceae	Maytenus	Maytenus phyllanthoides
	Orthosphenia	Orthosphenia mexicana

Commelinaceae	Commelina	Commelina elliptica
		Commelina erecta
	Gibasis	Gibasis karwinskyana
	Tradescantia	Tradescantia crassifolia
Convolvulaceae	Convolvulus	Convolvulus equitans
	Evolvulus	Evolvulus alsinoides

Crassulaceae	Kalanchoe	Kalanchoe verticillata
	Sedum	Sedum hintoniorum
Cupressaceae	Cupressus	Cupressus arizonica
Cyperaceae	Cyperus	Cyperus canus
	Dichromena	Dichromena colorata
	Scleria	Scleria oligantha
Ericaceae	Comarostaphylis	Comarostaphylis polifolia subsp. minor
	Lyonia	Lyonia squamulosa
	Vaccinium	Vaccinium kunthianum
Euphorbiaceae	Chiropetalum	Chiropetalum schiedeanum
	Croton	Croton argyranthemus
		Croton ciliatoglandulifer
		Croton fruticosus
		Croton monanthogynus
		Croton virletianus
	Euphorbia	Euphorbia furcillata
		Euphorbia neilmulleri
	Jatropha	Jatropha dioica
	Fabaceae	Acacia
Acacia parviflora		
Acaciella		Acaciella angustissima
Bauhinia		Bauhinia macranthera

	Brongniartia foliolosa
Brongniartia	Brongniartia intermedia
Calia	Calia secundiflora
Cercis	Cercis canadensis
Chamaecrista	Chamaecrista greggii
Crotalaria	Crotalaria sagittalis
Dalea	Dalea botterii var. botterii
	Dalea greggii
	Dalea lutea
	Dalea obovatifolia var. obovatifolia
Desmodium	Desmodium glutinosum
	Desmodium retinens
Eysenhardtia	Eysenhardtia texana
Genistidium	Genistidium dumosum
Lathyrus	Lathyrus parvifolius
Lotus	Lotus hintoniorum
Lupinus	Lupinus cacuminis
	Lupinus potosinus
	Lupinus stipulatus
Medicago	Medicago sativa
Mimosa	Mimosa aculeaticarpa
Peteria	Peteria glandulosa
Phaseolus	Phaseolus coccineus
	Phaseolus neglectus
	Phaseolus pedicellatus

	Prosopis	Prosopis glandulosa var. torreyana
	Senna	Senna occidentalis
	Sophora	Sophora juanhintoniana
	Trifolium	Trifolium
Fagaceae	Quercus	Quercus dysophylla

		Quercus emoryi
		Quercus fusiformis
		Quercus greggii
		Quercus laceyi
		Quercus laurina
		Quercus mexicana
		Quercus opaca
		Quercus polymorpha
		Quercus rysophylla
Garryaceae	Garrya	Garrya laurifolia
	Centaurium	Centaurium calycosum
Gentianaceae	Eustoma	Eustoma exaltatum
	Nama	Nama hintoniorum
		Nama palmeri
Hydrophyllaceae		Nama sericeum
Iridaceae	Sisyrinchium	Sisyrinchium microbracteatum
	Krameria	Krameria cytisoides
Krameriaceae		Krameria grayi
	Hedeoma	Hedeoma palmeri
	Leonotis	Leonotis nepetifolia
	Mentha	Mentha rotundifolia
	Monarda	Monarda fistulosa
		Salvia ballotiflora
		Salvia coccinea
		Salvia microphylla
		Salvia unicastata
	Salvia	Salvia urolepis
	Scutellaria	Scutellaria coerulea
	Stachys	Stachys langmaniae
		Teucrium cubense
Lamiaceae	Teucrium	Teucrium vesicarium
Lauraceae	Litsea	Litsea glaucescens

	Persea	Persea pachypoda
Lentibulariaceae	Pinguicula	Pinguicula jorgehintonii
Liliaceae	Allium	Allium kunthii
	Nothoscordum	Nothoscordum bivalve
	Schoenocaulon	Schoenocaulon texanum
Loasaceae	Cevallia	Cevallia sinuata
	Eucnide	Eucnide lobata
	Mentzelia	Mentzelia hispida
Loganiaceae	Buddleja	Buddleja cordata
Lythraceae		Cuphea cyanea
	Cuphea	Cuphea lanceolata
	Heimia	Heimia salicifolia
Malpighiaceae	Callaeum	Callaeum septentrionale
	Galphimia	Galphimia glauca
Malvaceae	Malvastrum	Malvastrum coromandelianum
	Malvella	Malvella leprosa
	Meximalva	Meximalva filipes
	Sphaeralcea	Sphaeralcea angustifolia
Nyctaginaceae	Allionia	Allionia choisyi
	Cyphomeris	Cyphomeris gypsophiloides
	Mirabilis	Mirabilis glabrifolia
Onagraceae	Gaura	Gaura parviflora

	Oenothera	Oenothera rosea
Orchidaceae	Bletia	Bletia parkinsonii
	Oestlundia	Oestlundia cyanocolumna
Orobanchaceae	Pedicularis	Pedicularis canadensis
Oxalidaceae	Oxalis	Oxalis corniculata
		Oxalis latifolia
Papaveraceae	Argemone	Argemone aenea
		Argemone ochroleuca
Phytolaccaceae	Rivina	Rivina humilis
Pinaceae	Picea	Picea martinezii

		Pinus arizonica
		Pinus montezumae
	Pinus	Pinus teocote
	Pseudotsuga	Pseudotsuga menziesii
Piperaceae	Piper	Piper auritum
	Maurandya	Maurandya barclayana
		Penstemon campanulatus
		Penstemon var. campanulatus
	Penstemon	Penstemon galloensis
Plantaginaceae	Plantago	Plantago australis
Platanaceae	Platanus	Platanus mexicana
		Andropogon glomeratus
	Andropogon	Andropogon virginicus
	Aristida	Aristida pansa
	Enneapogon	Enneapogon desvauxii
	Erioneuron	Erioneuron avenaceum
	Heteropogon	Heteropogon contortus
	Melinis	Melinis repens
		Muhlenbergia gypsophila
		Muhlenbergia jaime-hintonii
	Muhlenbergia	Muhlenbergia pubigluma
	Paspalum	Paspalum pubiflorum
	Rhynchelytrum	Rhynchelytrum repens
		Setaria leucopila
	Setaria	Setaria parviflora
	Sorghastrum	Sorghastrum nutans
	Sorghum	Sorghum halepense
Poaceae	Sporobolus	Sporobolus indicus

	Trichloris	Trichloris pluriflora
	Tripsacum	Tripsacum dactyloides
	Cobaea	Cobaea pringlei
Polemoniaceae	Gilia	Gilia rigidula
Polygalaceae	Polygala	Polygala dolichocarpa
		Polygala subalata
		Polygala turgida
Polygonaceae	Eriogonum	Eriogonum jamesii
Polypodiaceae	Pleopeltis	Pleopeltis peltata
	Polypodium	Polypodium subpetiolatum
Primulaceae	Samolus	Samolus ebracteatus
Pteridaceae	Adiantum	Adiantum capillus-veneris
	Astrolepis	Astrolepis beitelii
		Astrolepis integerrima
	Llavea	Llavea cordifolia
	Mildella	Mildella fallax
	Notholaena	Notholaena candida
	Pellaea	Pellaea intermedia
	Pteris	Pteris cretica
Pyroloideae	Chimaphila	Chimaphila maculata
Ranunculaceae	Clematis	Clematis drummondii
	Ranunculus	Ranunculus peruvianus
Rhamnaceae	Ceanothus	Ceanothus buxifolius
	Colubrina	Colubrina greggii
Rosaceae	Alchemilla	Alchemilla procumbens
	Holodiscus	Holodiscus discolor
Rubiaceae	Galium	Galium uncinatum
	Stenaria	Stenaria nigricans
Rutaceae	Casimiroa	Casimiroa pringlei
	Ptelea	Ptelea trifoliata
Salicaceae	Neopringlea	Neopringlea integrifolia
	Salix	Salix nigra
		Salix paradoxa
Sapindaceae	Dodonaea	Dodonaea viscosa
Saxifragaceae	Philadelphus	Philadelphus coulteri
Schizaeaceae	Anemia	Anemia mexicana
Scrophulariaceae	Castilleja	Castilleja tenuiflora
	Leucophyllum	Leucophyllum frutescens
		Leucophyllum hintoniorum

		Leucophyllum pruinosum
		Leucophyllum zygophyllum
	Mecardonia	Mecardonia vandellioides
	Penstemon	Penstemon barbatus
	Sibthorpia	Sibthorpia repens
Selaginellaceae	Selaginella	Selaginella pilifera
		Selaginella ribae
Solanaceae	Lycianthes	Lycianthes
	Physalis	Physalis
	Solanum	Solanum douglasii
		Solanum erianthum
		Solanum nigrescens
		Solanum pseudocapsicum
		Solanum triquetrum
		Solanum verrucosum
Thelypteridaceae	Thelypteris	Thelypteris ovata
Urticaceae	Urtica	Urtica spiralis
Verbenaceae	Aloysia	Aloysia macrostachya
	Glandularia	Glandularia elegans
	Lantana	Lantana achyranthifolia
		Lantana camara
	Phyla	Phyla strigulosa o Lippia strigulosa
	Priva	Priva mexicana
	Verbena	Verbena johnstonii
		Verbena litoralis



