

“Propuesta de reclasificación de la especie Yucca queretaroensis (Piña, 1989) en la NOM-059-SEMARNAT-2010”

Responsable de la Propuesta:

Ing. Emiliano Sánchez Martínez

Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío”, adscrito al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ)

Correo-e: esanchez@concyteq.edu.mx

Tel./Fax: (01) 441 2 76 06 47

20/01/2014

Contenido

5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta	2
5.7.2 Nombre científico válido (citando la autoridad taxonómica), los sinónimos más relevantes y nombres comunes de la especie que se propone incluir, excluir o cambiar de categoría en la lista de especies en riesgo y motivos específicos de la propuesta	2
5.7.3 Mapa del área de distribución geográfica de <i>Yucca queretaroensis</i> , en un mapa de México escala 1:4 000 000, con la máxima precisión que permitan los datos existentes. Este mapa debe incluirse en el criterio A del Anexo Normativo I, MER para el caso de Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces y Reptiles; y para el caso de Plantas en el criterio A del Anexo Normativo II.	4
5.7.4 Justificación técnica-científica de la propuesta que incluya al menos los siguientes puntos:...	5
5.7.5. Aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas del Anexo Normativo II de la NOM-059-SEMARNAT-2010	40
Referencias bibliográficas	51

5.7.1 Datos generales del responsable de la propuesta

Nombre: Ing. Emiliano Sánchez Martínez.

Domicilio: Camino a la Antigua Hacienda de Tovaes, S/N. Ejido de Fuentes y Pueblo Nuevo; Cadereyta de Montes, Querétaro, C.P. 76500.

Teléfono/Fax: (01) 441-2-76-06-47

Correo electrónico: esanchez@concyteq.edu.mx

Institución: Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío”, adscrita al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro.

5.7.2 Nombre científico válido (citando la autoridad taxonómica), los sinónimos más relevantes y nombres comunes de la especie que se propone incluir, excluir o cambiar de categoría en la lista de especies en riesgo y motivos específicos de la propuesta

a) Taxonomía.

1.1 Clase: Liliopsida.

1.2 Orden: Asparagales.

1.3 Familia: Agavaceae.

1.4 Género y especie: *Yucca queretaroensis* Piña (1989).

b) Sinónimos: No tiene.

c) Nombres comunes

Se han identificado diez nombres comunes diferentes de la especie. El más conocido es “estoquillo”. En algunas zonas se le conoce como “lonjas”, en referencia a las capas de hojas secas que cubren el tronco de la especie. Otro nombre con el que se reconoce es “palma”, con el cual se nombra en general a todas las especies de *Yucca*. El nombre de “toquillo”, poco frecuente, se ha registrado también. En el extranjero (Alemania y España) la especie es conocida como “yuca biconvexa”, “yuca denticulada” o “yuca biconvexa denticulada”. Otros nombres comunes usados en los Estados Unidos de América, son: “Queretaro Yucca” (Landscape Resource, 2012), “perennial Queretaro swaport” (Rob’s plants, 2012) y “biconvex denticulate leaf yuca” (Hochstätter, 2004). Cabe mencionar que los nombres “junco” y “junquillo”, con los que la gente reconoce a *Dasyllirion longissimum*, especie muy parecida en porte a *Y. queretaroensis*, llegan a ser empleados también para esta última.

d) Motivos específicos de la propuesta.

Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Y. queretaroensis* se encuentra dentro de la categoría de “Protección Especial” (Pr), con distribución “no endémica”. Se propone su cambio de categoría a “En peligro de extinción” (P), con distribución “endémica”, con base en los resultados de los recientes estudios que ha realizado la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad a través del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. Estos estudios revelan que la especie tiene una distribución específica, restringida a la zona Semiárida Queretano-Hidalguense. Su acusada especificidad de hábitat y reducido número de poblaciones avistadas la vuelve vulnerable, situación que está agravada por el saqueo ilegal que sufre, y por el deterioro del hábitat de diversas poblaciones. La propuesta tiene como base los siguientes hechos: 1. Existe evidencia de la venta de ejemplares adultos (provenientes

del medio silvestre) en viveros europeos (PC18 Doc. 21.1, 2009), 2. Existe evidencia de la oferta de ejemplares adultos (provenientes del medio silvestre) a través de internet en viveros de Europa (Magallán *et al.*, 2013), 3. No existe registro de permisos de exportación o planes y programas de manejo para la especie en las instancias oficiales de México, 4. Se trata de una especie considerada rara biológicamente, 5. La evaluación reciente de su estado de conservación indica que es una especie en peligro de extinción.

Asimismo, se considera que es una especie biológicamente rara por los siguientes factores: presenta distribución restringida, que se estima en menos del 1% del territorio de México, patrones de distribución en fragmentos aislados, especificidad de hábitat y baja abundancia en las poblaciones. Finalmente, la población silvestre presenta una alta vulnerabilidad por factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los intrínsecos se encuentran: bajo éxito reproductivo por vía sexual, baja tasa de crecimiento, largo tiempo de regeneración, hábitat especializado y polinización altamente especializada. Los factores extrínsecos se refieren a la selectividad de las extracciones, que incluyen individuos maduros, probablemente reproductivos, lo que disminuye las posibilidades de reclutamiento por vía sexual.

5.7.3 Mapa del área de distribución geográfica de *Yucca queretaroensis*, en un mapa de México escala 1:4 000 000, con la máxima precisión que permitan los datos existentes. Este mapa debe incluirse en el criterio A del Anexo Normativo I, MER para el caso de Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces y Reptiles; y para el caso de Plantas en el criterio A del Anexo Normativo II.

Para la elaboración del mapa del área de distribución geográfica de *Y. queretaroensis* se utilizó un sistema de referencia en UTM con *Datum* WGS84 y el programa ArcGIS versión 10 (ESRI, 2011), en el cual se introdujeron las 66 localidades conocidas de *Y. queretaroensis* en un mapa de México a escala 1: 4 000 000 con puntos de 3 mm de diámetro. A esta escala, 15 localidades son discernibles, sobre un polígono continuo de 1,314.75 km² (Figura 1).

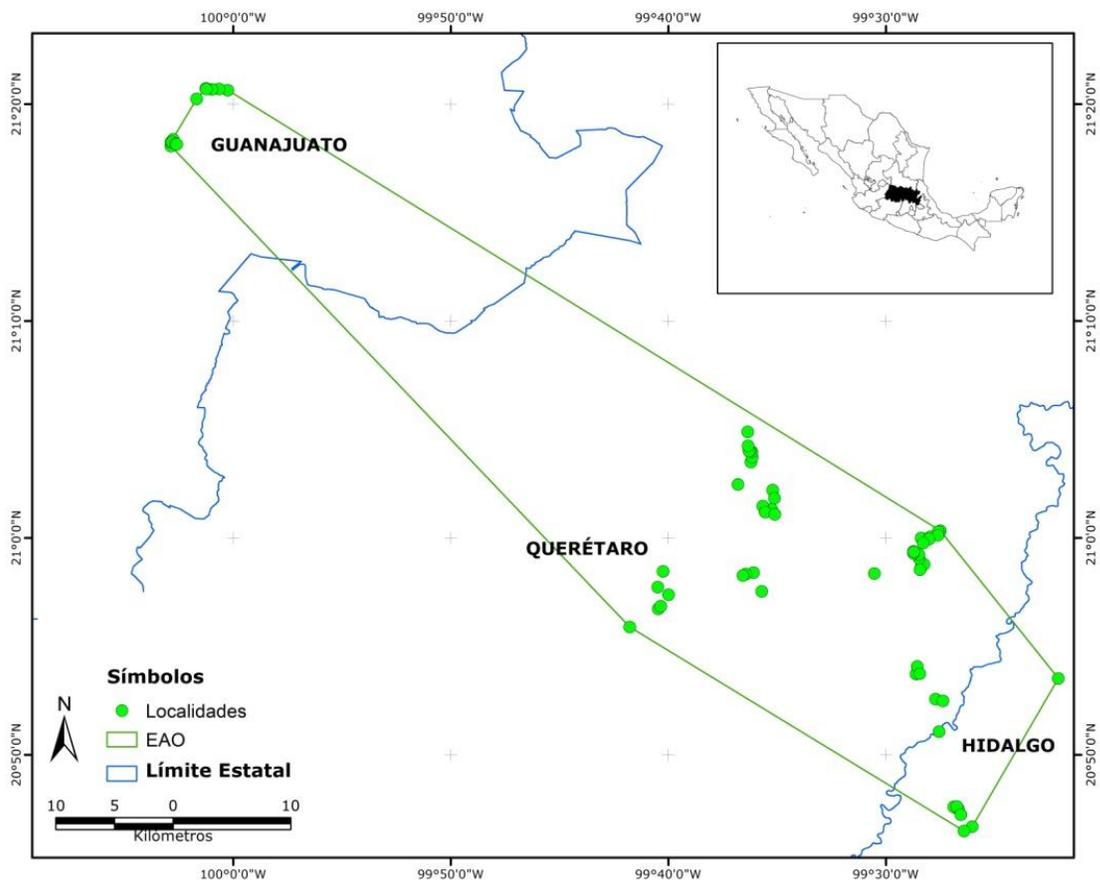


Figura 1. Distribución potencial de *Y. queretaroensis*, indicada en un polígono continuo de 1,314.75 km².

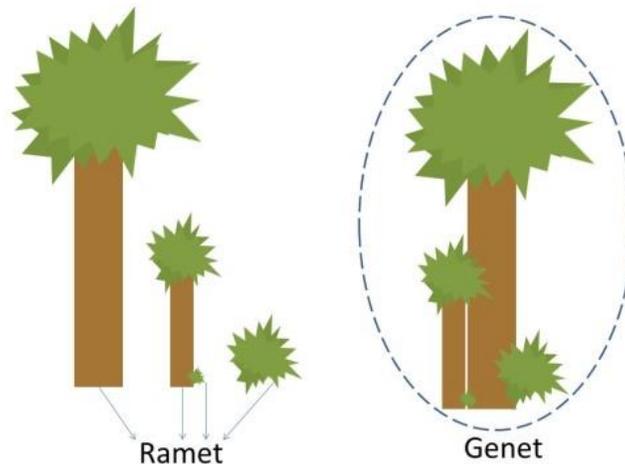
5.7.4 Justificación técnica-científica de la propuesta que incluya al menos los siguientes puntos:

- a) **Análisis diagnóstico del estado actual que presentan *Yucca queretaroensis* y su hábitat; incluyendo los métodos utilizados para desarrollarla y los antecedentes del estado de la especie y su hábitat.**

Estado actual de la población de *Y. queretaroensis*.

Exceptuando el estudio recientemente realizado por Magallán *et al.* (2013), no existen referencias acerca del estado de la población de esta especie. Se presenta en este apartado un número estimativo de individuos de *Y. queretaroensis*. Para fines de interpretación, se define a *Y. queretaroensis* como una especie de naturaleza clonal, cuyos individuos reciben el nombre de “genets”, y se componen de un conjunto de tallos -“ramets”- que tienen la capacidad de sobrevivir por sí mismos cuando se separan unos de otros (**Figura 2**). Se emplea el término genet en forma laxa para diferenciar a los individuos fisiológicos, dado que no es posible determinar si los ramets, que se encuentran separados, en realidad forman parte de un mismo genet.

Figura 2. Representación esquemática de ramets y genets de *Y. queretaroensis*.



Métodos.

La población total estimada, en genets y ramets, se obtuvo multiplicando la densidad promedio de la especie, obtenida en transectos de campo, por el total de metros cuadrados que se estima están realmente ocupados por la misma. Se emplearon tres insumos: 1. La superficie de ocupación potencial de la especie con 100% de probabilidad de hallazgo, obtenida con el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt) a Escala 1:1'000,000 (Ocaña *et al.*, 2012). 2. Un valor promedio de superficie real ocupada por una población de *Y. queretaroensis* en el medio silvestre. 3. La densidad conocida de la especie, en genets y ramets por metro cuadrado, obtenida a través de muestreos de campo. Para evitar la sobreestimación que supondría emplear la totalidad de superficie de 100% de probabilidad de hallazgo del modelo, se estimó un porcentaje real de ocupación de la especie dentro de cada pixel de dicha superficie.

Resultados

Modelo de distribución potencial de la especie. El resultado del Modelo de distribución potencial de *Y. queretaroensis* se muestra en la **Figura 3**.

Cálculo de superficie real de ocupación de Y. queretaroensis. El porcentaje real de ocupación de la especie dentro del pixel promedio del modelo de distribución potencial MaxEnt es de 6.44%. Este porcentaje fue aplicado a la totalidad de la superficie con 100% de probabilidad de hallazgo en el modelo MaxEnt. El resultado es una superficie de ocupación real de 2.010 km² (Figura 3. Modelo actualizado de distribución potencial de *Y. queretaroensis* con el algoritmo MAXENT. Se muestra también la distribución real de la especie (puntos verdes).

Cuadro 1).

Número estimado de la población de la especie. De acuerdo con los valores de densidad por genet y ramet obtenidos en 2013 (Cuadro 2), el número total de genets de *Y. queretaroensis* se estima en 36,180, mientras que el de ramets, en 132,660 (Cuadro 2).

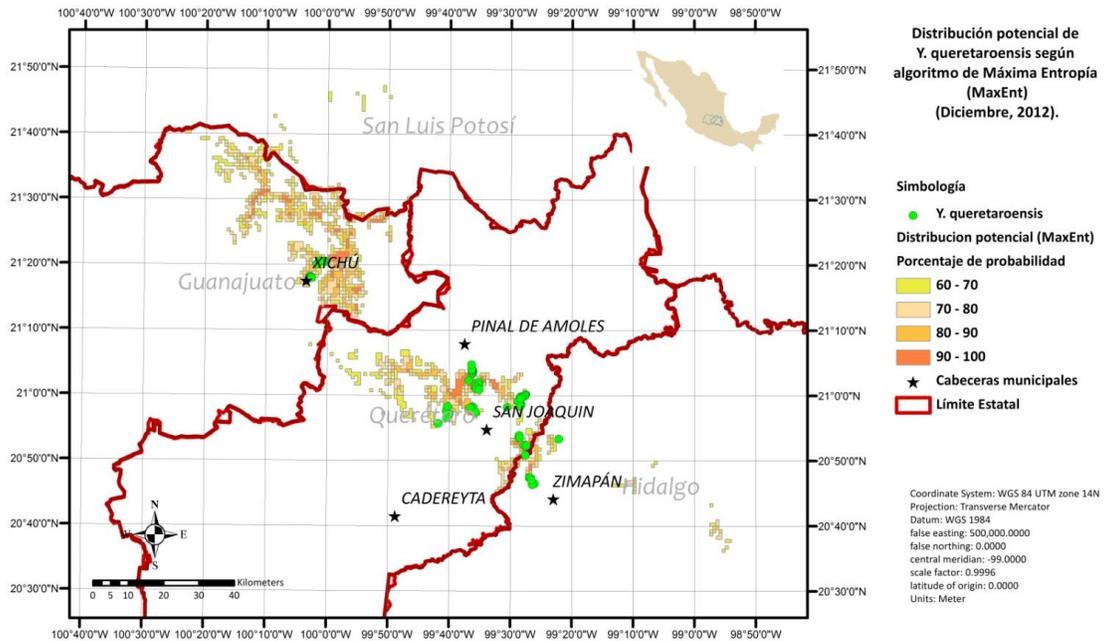


Figura 3. Modelo actualizado de distribución potencial de *Y. queretaroensis* con el algoritmo MAXENT. Se muestra también la distribución real de la especie (puntos verdes).

Cuadro 1. Cálculos para la obtención de la superficie real de ocupación de *Y. queretaroensis*.

Superficie promedio del pixel del modelo de distribución (MaxEnt)	798,555	m ²
Valor promedio de la superficie actual de ocupación de <i>Y. queretaroensis</i> en sitios selectos	51,480	m ²
Porcentaje de ocupación real de <i>Y. queretaroensis</i> dentro del pixel del modelo de distribución (MaxEnt)	6.44	%
Superficie con posibilidades de 100% de hallazgo de <i>Y. queretaroensis</i> dentro del modelo de distribución (MaxEnt)	31.16	km ²
Superficie real de ocupación (6.44%) de <i>Y. queretaroensis</i>	2.010	km ²

Cuadro 2. Densidad promedio en las localidades muestreadas y número total estimado de genets y ramets de *Y. queretaroensis* en la superficie real ocupada de la especie (2013).

Sitio	Superficie muestreada (m ²)	Densidad Genets/m ²	Número total estimado de genets en 2.010 km ²	Densidad Ramets/m ²	Número total estimado de ramets en 2.010 km ²
Xichú	1,000	0.023		0.084	
Rancho Quemado	1,000	0.013		0.048	
Promedio		0.018	36,180	0.066	132,660

Además del área restringida de distribución, una densidad relativamente baja es un factor que cuenta para considerar a la especie como amenazada (Hernández y Godínez, 1994). Considerando sus dos niveles de estructura, *Y. queretaroensis* tiene valores muy bajos de densidad por metro cuadrado, semejantes a los de algunas de las especies más amenazadas del Desierto Chihuahuense (Mandujano *et al.*, 2007). El valor es menor a otras especies de la Serie Rupicolae como *Yucca rigida*, que ha sido encontrada en poblaciones cuya densidad es de 890 individuos por hectárea (0.089 individuos/m²) (Flores Hernández *et al.*, 2011).

La superficie real de ocupación de la especie se estima en menos de 2 km², que representan 6.44% de la superficie con probabilidad de hallazgo del 100%, según el modelo MaxEnt. De acuerdo con Hernández (2012), las especies cuya superficie de distribución es menor a 2 km² se consideran microendemismos. En el Desierto Chihuahuense se han detectado dichos endemismos en 28 especies de la familia Cactaceae; sin embargo, *Y. queretaroensis* es una de las primeras Agavaceae que se identifican como especie microendémica. Esto, sumado a la cifra de individuos integrantes de la población de la especie, le confiere un *estatus* de vulnerabilidad y de rareza.

Análisis del hábitat de *Y. queretaroensis*.

El análisis de hábitat de la especie se presenta en dos niveles. Primero, se enuncia la determinación de los factores asociados a la distribución geográfica de *Y. queretaroensis*, a partir de un trabajo de análisis cartográfico, que permite afirmar que la especie ocupa sitios específicos, donde se conjuntan características definidas de diversos factores bióticos y abióticos. A continuación, se presenta un análisis detallado a nivel local, donde se enlistan las características específicas asociadas al establecimiento de genets de *Y. queretaroensis*, así como los principales factores de perturbación de hábitat observados.

Métodos del Análisis geográfico.

La distribución de *Y. queretaroensis* está determinada por diversos factores, que pueden ser analizados a diferentes escalas. La observación y análisis del hábitat se realizó a través de los siguientes pasos:

Observación de campo. Durante salidas exploratorias se obtuvo información acerca de factores bióticos y abióticos de las localidades de distribución. Se registró el tipo de vegetación, tipo general de suelo, tipo de clima, pendiente aproximada, hábitat, orientación de distribución y altitud (MSNM).

Información cartográfica. Para reconocer los factores bióticos y abióticos asociados a la distribución de *Y. queretaroensis*, se efectuó una superposición de datos cartográficos con los sitios de distribución de la especie, usando el programa ArcGIS 10 (ESRI®, 2011), con las siguientes capas temáticas: Carta geológica 1:250,000 (INEGI, 1985a), Unidades geomorfológicas 1:50,000 (GEQ, 2002a), Carta edafológica 1:250,000 (INEGI, 1985b), Carta de Climas, isoyetas e isotermas 1:250,000 (GEQ, 2002b) y Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250,000 (GEQ, 2008) complementado con el mapa de Vegetación Potencial de Rzedowski (1990) escala 1:4 000 000. La Carta de Climas (GEQ, 2002b) usada para el análisis de la información emplea la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García. Con la información obtenida de este procedimiento se elaboró una matriz de datos con la siguiente información para cada uno de los sitios de distribución registrados para la especie: 1. Altitud (msnm), 2. Tipo de roca, 3. Edad de la roca, 4. Unidad geomorfológica, 5. Tipo de suelo, 6. Tipo de clima, 7. Isoyetas (mm), 8. Isotermas (°C), 9. Tipo de vegetación observada (Zamudio *et al.*, 1992) y 10. Orientación. La altitud fue medida en campo con un GPS Oregon 550. El tipo de vegetación se ratificó a través de observaciones de campo; y la orientación fue determinada usando la herramienta de ArcGIS v.10.0 la cual admite la visualización de modelos de superficie ráster y TIN, y proporciona herramientas de análisis en las extensiones Spatial Analyst, 3D Analyst y Geostatistical Analyst para crear, analizar y extraer información de las superficies. En el caso particular de la Orientación (Aspect) se usa la extensión Spatial Analyst en ArcToolBox teniendo como base para el cálculo de la misma un MDE escala 1:50,000 obtenido de la página del INEGI (<http://www.inegi.org.mx>).

Análisis estadístico. La información obtenida del análisis cartográfico se ordenó en una matriz de datos y las variables fueron agrupadas en intervalos y transformadas a variables cualitativas para su análisis (Cuadro 3). Con el objetivo de conocer las variables con mayor importancia para la distribución de la especie se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP), mediante el software Infostat/L. Con el objetivo conocer los valores de cada variable que se encuentran mayormente representados en los sitios de colecta (moda), se realizaron análisis de estadística descriptiva mediante el software SPSS v12.0.

Cuadro 3. Valores asignados a los factores asociados a la distribución de *Y. queretaroensis*.

Altitud (msnm)	Valor	Tipo de roca	Valor
900-1000	1	Alternancia de clásticas y químicas	1
1001-1100	2	Calizas	2
1101-1200	3	Conglomerado	3
1201-1300	4	Sedimentaria química	4
1301-1400	5	Skarn	5
1401-1500	6		
1501-1600	7		
Edad de la roca		Unidad geomorfológica	
Cenozoico	1	Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas.	1
Mesozoico	2	Laderas montañosas de pliegues recostados de calizas, con alta disección fluvial.	2
		Quebrada o valle de ladera de montaña, con lechos en V y materiales heterogéneos, de corriente intermitente.	3
		Sin información	4
		Taludes y paredes de valle encañonado, de garganta, de quebrada intermontana.	5
		Valle intermontano con lecho en U, con márgenes inestables de acumulación rápida y régimen permanente.	6
Tipo de suelo		Tipo de clima	
Litosol	1	(A)C(w1)	1
Luvisol crómico	2	(A)C(wo)	2
Regosol	3	BS1(h)hw(w)	3
Rendzina	4	BS1hw	4
		BS1kw	5
		BSohw	6
Isoyetas (mm)		Isotermas (°C)	
500-600	1	14-15	1
601-700	2	15-16	2
701-800	3	16-17	3
801-900	4	17-18	4
901-1000	5	19-20	5
1001-1100	6	21-22	6
1101-1200	7		
Vegetación		Orientación	
Matorral submontano	1	E	1
		N	2
		NE	3
		NW	4
		S	5
		SE	6
		SW	7
		W	8

Métodos del Análisis de campo.

Para caracterizar el hábitat específico que ocupa *Y. queretaroensis*, se evaluaron los distintos hábitats disponibles para la especie a través del trazo de líneas de Canfield (Canfield, 1941). Se trazaron 3 líneas de 30 m, transversales al transecto de 10 m x 100 m establecido para el monitoreo de tres poblaciones (1. Xichú, Xichú, Gto., 2. El Detzaní, Zimapán, Hgo. y 3. Rancho Quemado, Cadereyta, Qro.). La distribución de las líneas en el transecto coincidió con los cuadrantes en los que se encontró a la especie. Cada línea fue marcada con ayuda de una cinta métrica y se dividió en tramos, a medida que las características consideradas cambiaban. Para cada tramo de hábitat diferente se observaron y cuantificaron las siguientes variables: 1. Orientación, 2. Pendiente (°), 3. Textura del suelo, 4. Pedregosidad (%), 5. Profundidad del suelo, 6. Cobertura de la vegetación (%) y 7. Forma del terreno. En cada tramo se tomó nota sobre la presencia/ausencia de la especie. La cobertura de la vegetación se estimó cualitativamente. Se llevó a cabo un Análisis Discriminante con el programa Statgraphics Centurion XVI.I (StatPoint Technologies, Inc., 2010), con el objetivo de reconocer las variables que permiten separar a los hábitats con y sin la presencia de *Y. queretaroensis*. Debido a que el análisis sólo acepta información cuantitativa, fue necesario transformar los datos cualitativos de la siguiente forma: La orientación de la ladera (W, NW y NE) se transformó en grados con respecto al Norte, la textura del suelo se transformó en porcentaje de arena con base en la clasificación de la textura del suelo (FAO, 2009). La variable “forma del terreno” se eliminó, debido a que, al momento de transformarla, presenta la misma información que la variable de pendiente (°). Se asignó un identificador (ID) a los tramos sin presencia (ID=1) y con presencia (ID=2) de *Y. queretaroensis*. Adicionalmente, durante visitas exploratorias en busca de la especie se evaluaron de manera cualitativa algunos de los sitios registrados, en busca de los siguientes factores de disturbio: 1. Tránsito humano, 2. Recolección vegetal, 3. Recolección de la especie, 4. Tránsito animal, 5. Incendios forestales y 6. Erosión de suelo.

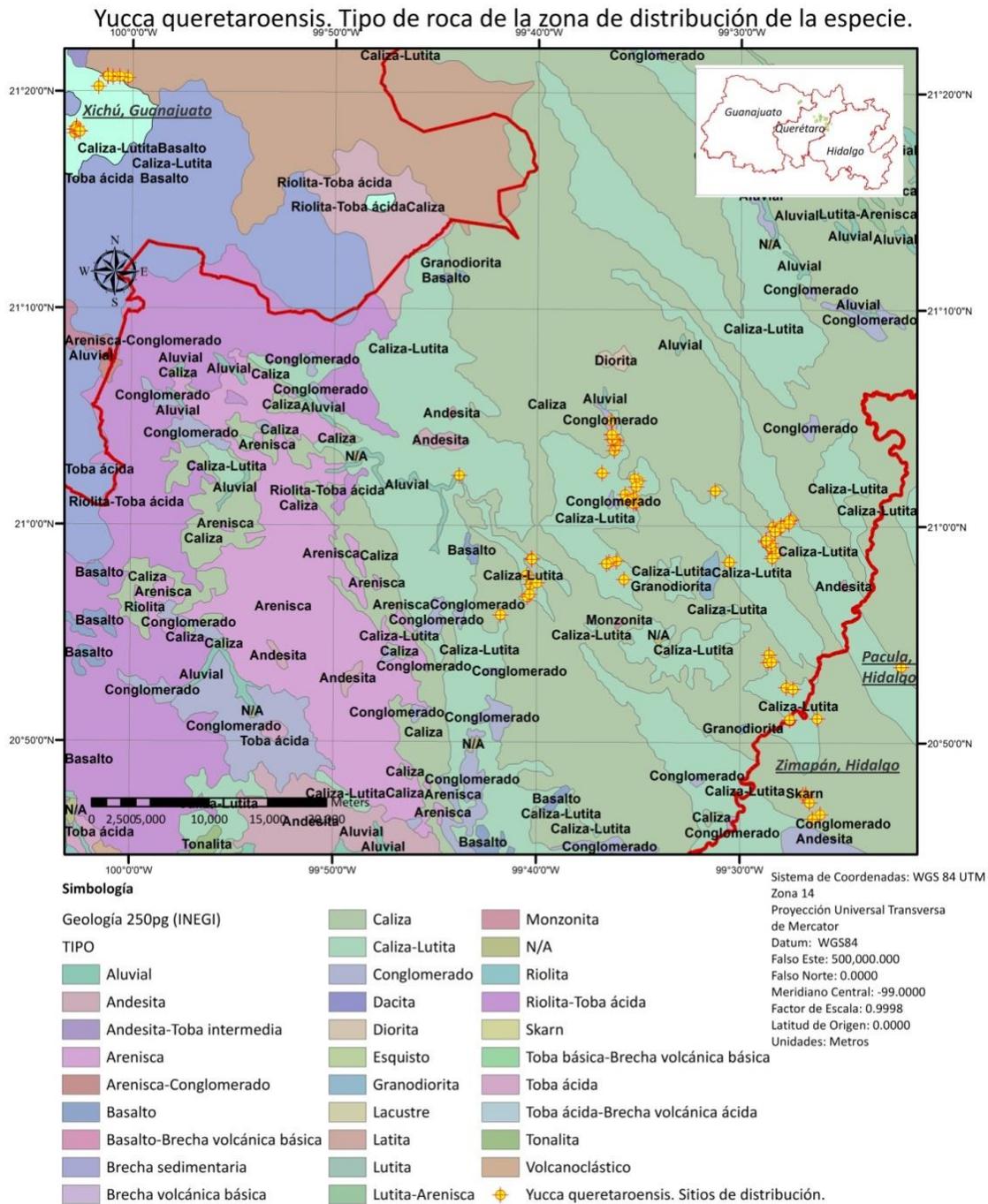
Resultados y discusión del Análisis geográfico.

Información de campo. Observaciones previas permitieron identificar algunos factores bióticos y abióticos asociados a la distribución de la especie, cuyos patrones generales indican que se encuentra estrechamente ligada a laderas de cañadas con pendientes pronunciadas (30°-60°) y suelos someros, predominantemente calizos, aunque en algunos casos se encuentra en pendientes mayores a los 60°. Está fuertemente asociada a vegetación de matorral submontano de diferentes características fisonómicas; se observó matorral submontano con diferencias en la altura de los estratos arbóreo y arbustivo y con cobertura de dosel muy abierto (30-40%) o más cerrado (60-70%). En algunas ocasiones también se le encuentra asociada a vegetación de tipo matorral rosetófilo. La composición florística es similar para todas las localidades registradas.

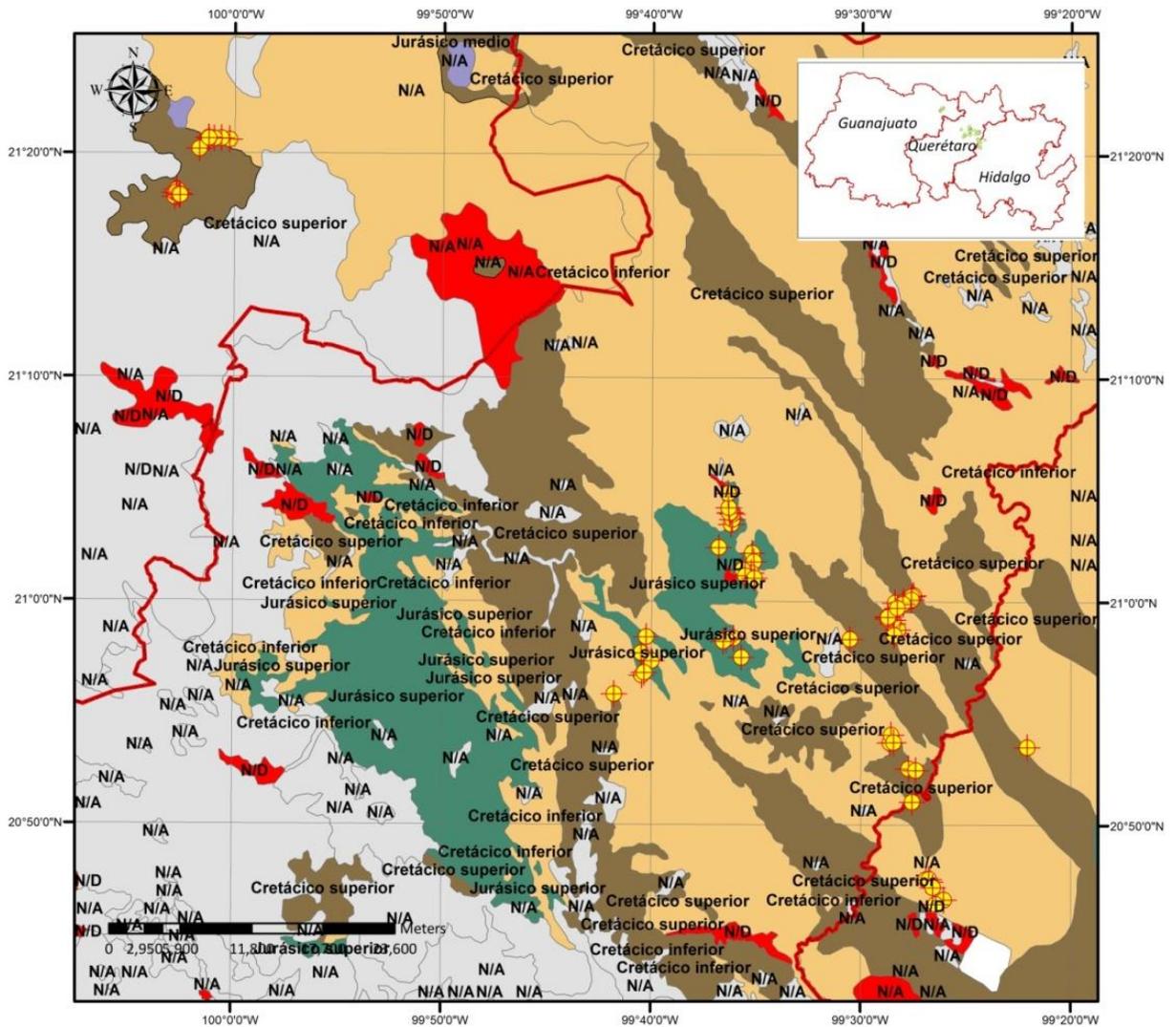
Información cartográfica. La superposición de los sitios de distribución de *Y. queretaroensis* con cada una de las capas de información temática, permitió observar algunos patrones:

1. *Geología.* La especie muestra una clara afinidad con dos tipos principales de roca: Caliza-Lutita y Caliza (**Figura 4**), ya que todos sus sitios de distribución se encuentran en estos tipos de rocas. Ligeras variaciones se presentaron en algunas localidades, donde los individuos se encontraron sobre conglomerado, y también sobre roca metamórfica mineralizada (skarn). También se observa que la distribución de la especie se encuentra asociada a rocas de los periodos Jurásico Superior, Cretácico Inferior y Superior (**Figura 5**).

Figura 4. Tipo de rocas en las que se distribuye *Y. queretaroensis*.



Yucca queretaroensis. Geología. Edad de la zona de distribución de la especie.



Simbología

Geología 250pg (INEGI)

SERIE

- Cretácico inferior
- Cretácico superior
- Jurásico medio
- Jurásico superior
- N/A
- N/D
- Yucca queretaroensis*. Puntos de observación.

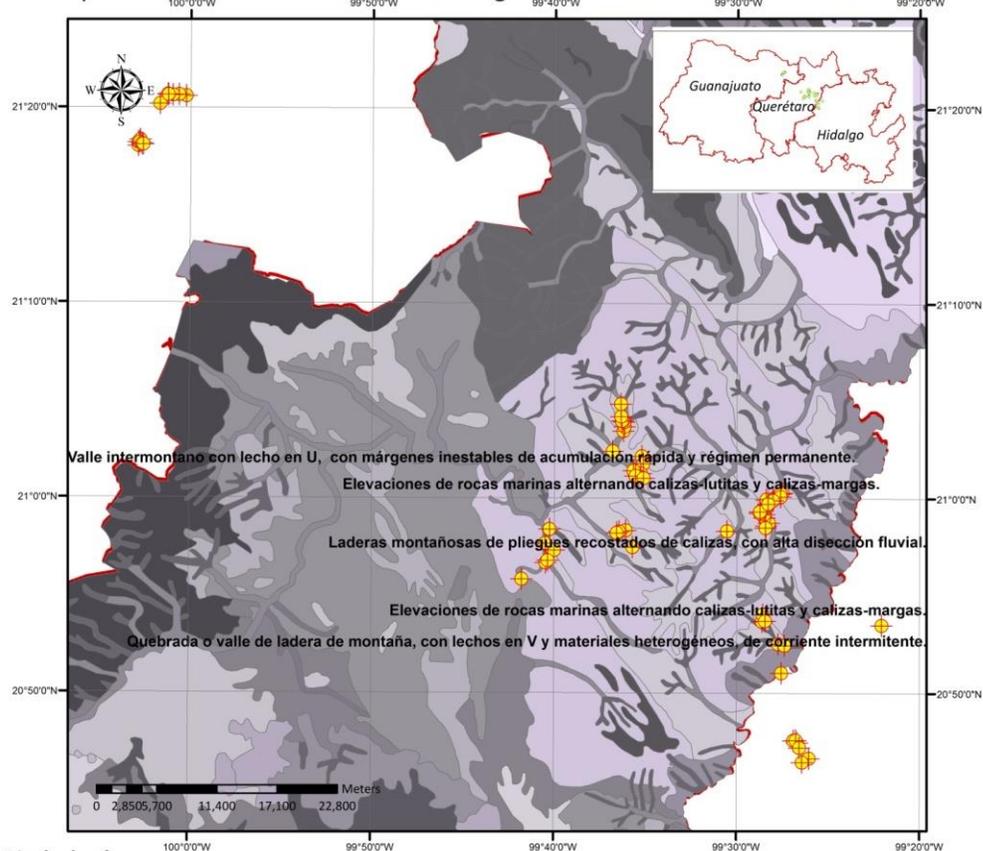
Sistema de Coordenadas: WGS 84 UTM
 Zona 14
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum: WGS84
 Falso Este: 500,000.000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0000
 Factor de Escala: 0.9998
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros

Fuente:
 Carta Geológica 1:250,000, Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
 Puntos de observación de *Yucca queretaroensis*: Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

2. *Unidades geomorfológicas.* *Y. queretaroensis* muestra preferencia por las pendientes pronunciadas. La especie se encuentra en zonas de relieve marcadamente inclinado y disectado, siendo las geoformas más comunes las siguientes: “Valle intermontano con lecho en U, con márgenes inestables de acumulación rápida y régimen permanente”, “Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas”, “Laderas montañosas de pliegues recostados de calizas, con alta disección fluvial” y “Quebradas o valle de ladera de montaña, con lechos en V y materiales heterogéneos, de corriente intermitente”, y aún, “Taludes y paredes de valle encañonado, de garganta, de quebrada intermontana”, estos últimos en las laderas adyacentes al Río Moctezuma (**Figura 6**).

Figura 6. Geofomas en las que se distribuye *Y. queretaroensis*.

Yucca queretaroensis. Unidades Geomorfológicas de la zona de distribución de la especie



Simbología

Unidad geomorfológica

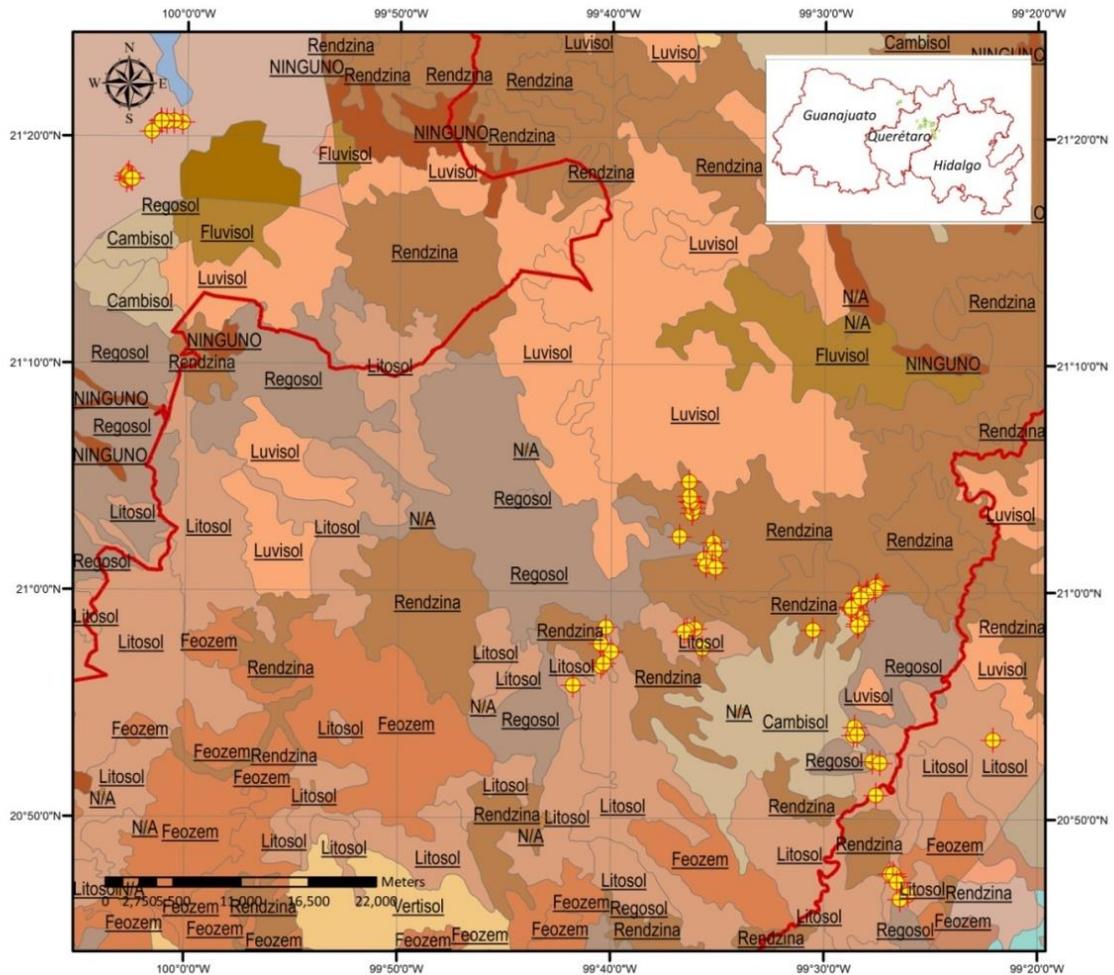
- Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas.
- Laderas montañosas de pliegues recostados de calizas, con alta disección fluvial.
- Quebrada o valle de ladera de montaña, con lechos en V y materiales heterogéneos, de corriente intermitente.
- Valle intermontano con lecho en U, con márgenes inestables de acumulación rápida y régimen permanente.
- Yucca queretaroensis*. Puntos de observación

Sistema de Coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum: WGS84
 Falso Este: 500,000.000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0000
 Factor de Escala: 0.9998
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros

Fuente:
 Cobertura de Unidades Geomorfológicas, 1:50,000, Gobierno del Estado de Querétaro.
 Puntos de observación de *Yucca queretaroensis*: Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

3. **Edafología.** Generalmente, *Y. queretaroensis* se encuentra asociada a suelos delgados, propios de sitios de origen calizo, pendientes pronunciadas y materiales no consolidados, como Litosoles, y también sobre diversas combinaciones de Luvisol Crómico, Regosol Calcárico y Rendzinas (**Figura 7**).

Figura 7. Tipos de suelo en los que se distribuye *Y. queretaroensis*.
Yucca queretaroensis. Tipo de suelo de la zona de distribución de la especie



Simbología

Edafología_250e (INEGI)	Luvisol
Andosol	N/A
Cambisol	NINGUNO
Castañozem	Planosol
Chernozem	Regosol
Feozem	Rendzina
Fluvisol	Vertisol
Litosol	Yucca queretaroensis. Puntos de observación.

Sistema de Coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum: WGS84
 Falso Este: 500,000.000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0000
 Factor de Escala: 0.9998
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros

Fuente:
 Carta Edafológica 1:250,000, Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
 Puntos de observación de *Yucca queretaroensis*: Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

4. *Clima, isoyetas e isotermas.* La mayor parte de los sitios conocidos de distribución de la especie se encuentran asociados a climas de régimen “Semicálido subhúmedo con lluvias en verano” (A)C_(w1) y (A)C_(w0), y “Semiseco semicálido con lluvias en verano” BS1hw. Escasos sitios de distribución fueron avistados dentro la franja de clima “Semiseco templado con lluvias en verano” BS1kw, lo cual probablemente es un clima extremo de distribución (**Figura 8**). La cobertura de isoyetas (GEQ, 2002b) muestra que los sitios de distribución de la especie dentro de esta entidad tienen un rango de distribución desde la franja de 650-700 mm de precipitación media acumulada anual, hasta 1000-1050 mm (**Figura 9**). La mayor concentración de sitios registrados ocurre en la franja de 950 a 1000 mm. La cobertura de isotermas (GEQ, 2002b) muestra que los sitios de distribución de la especie dentro de esta entidad tienen un rango de distribución desde la franja de 14-15°C de temperatura media anual, hasta 17-18°C. La mayor concentración de sitios registrados ocurre en los rangos de 15 a 17°C (**Figura 10**).

Figura 8. Tipos de clima en los que se distribuye *Y. queretaroensis*.

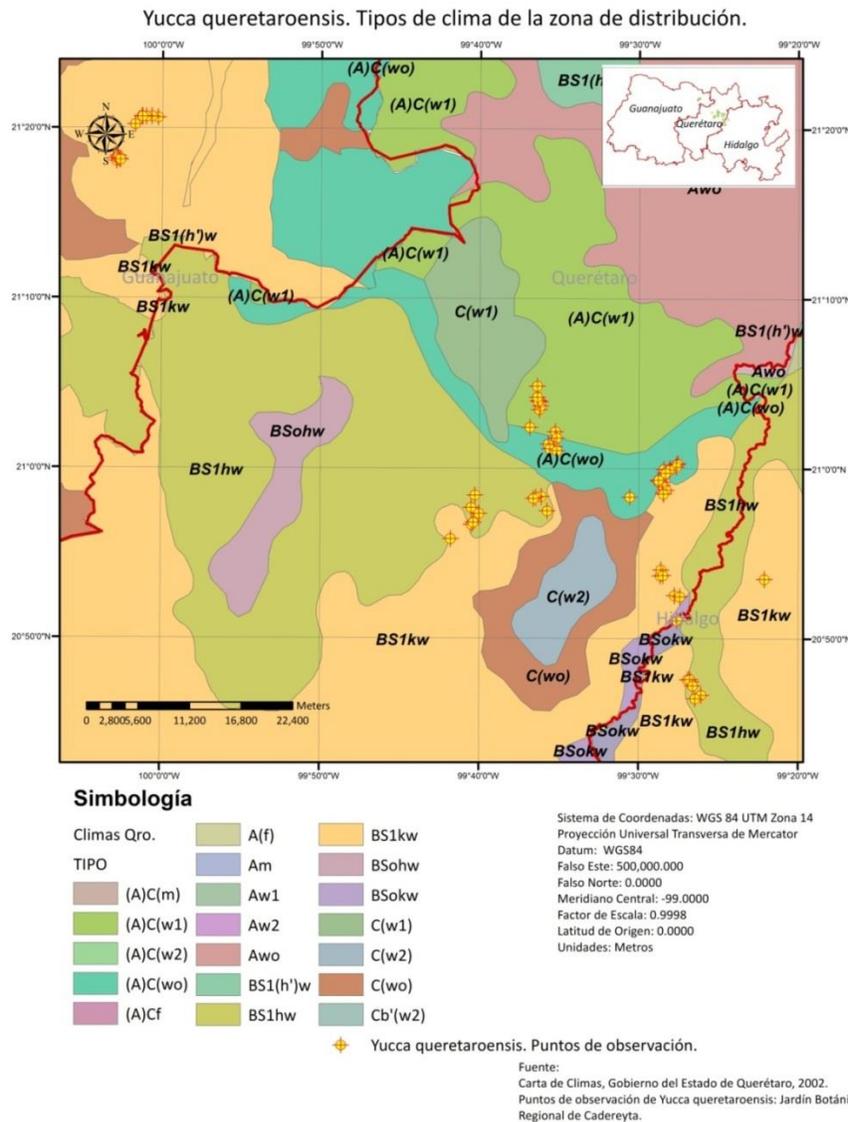
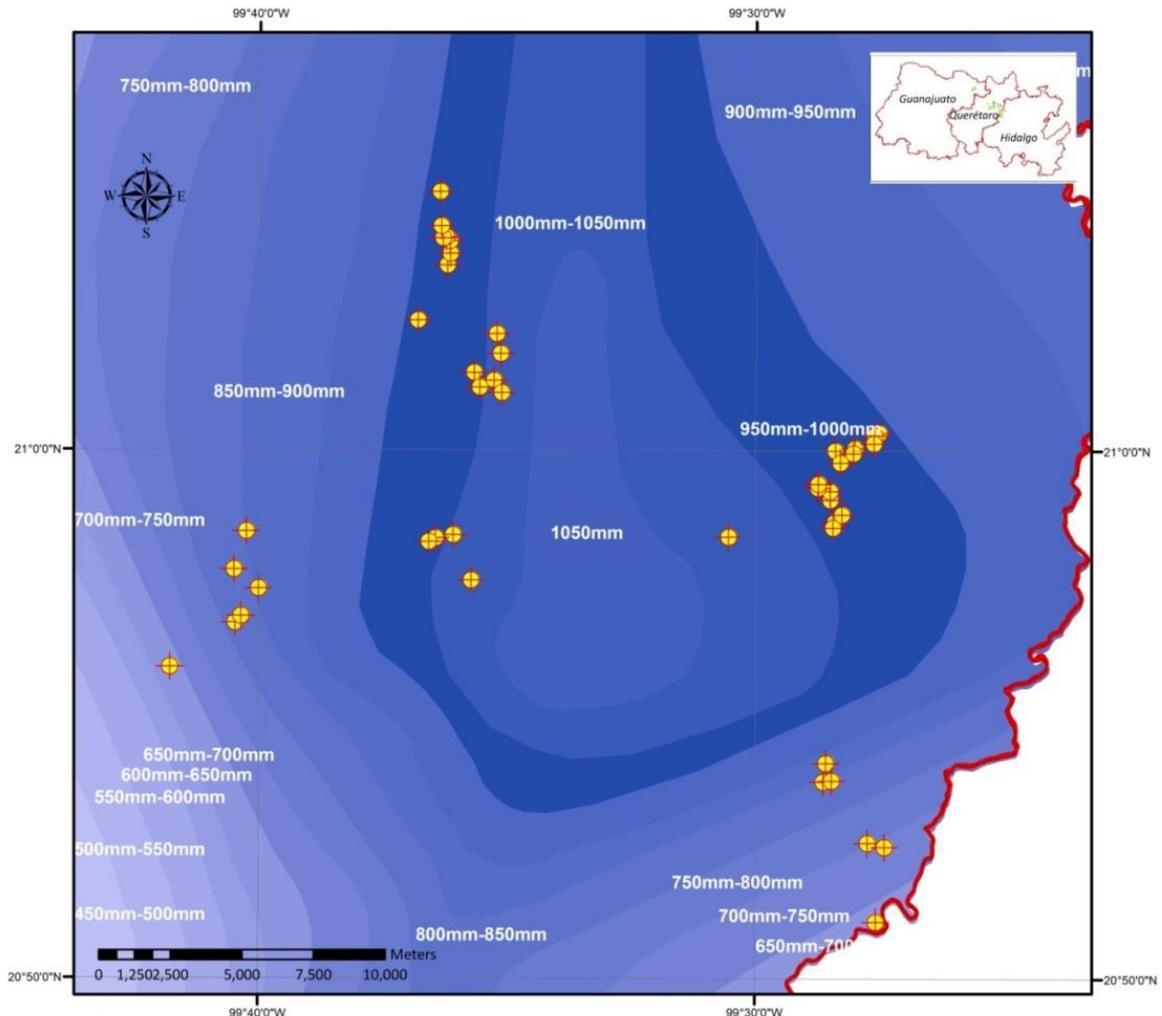


Figura 9. Isoyetas en las que se distribuye *Y. queretaroensis*. *Yucca queretaroensis*. Precipitación media anual acumulada de la zona de distribución del Estado de Querétaro



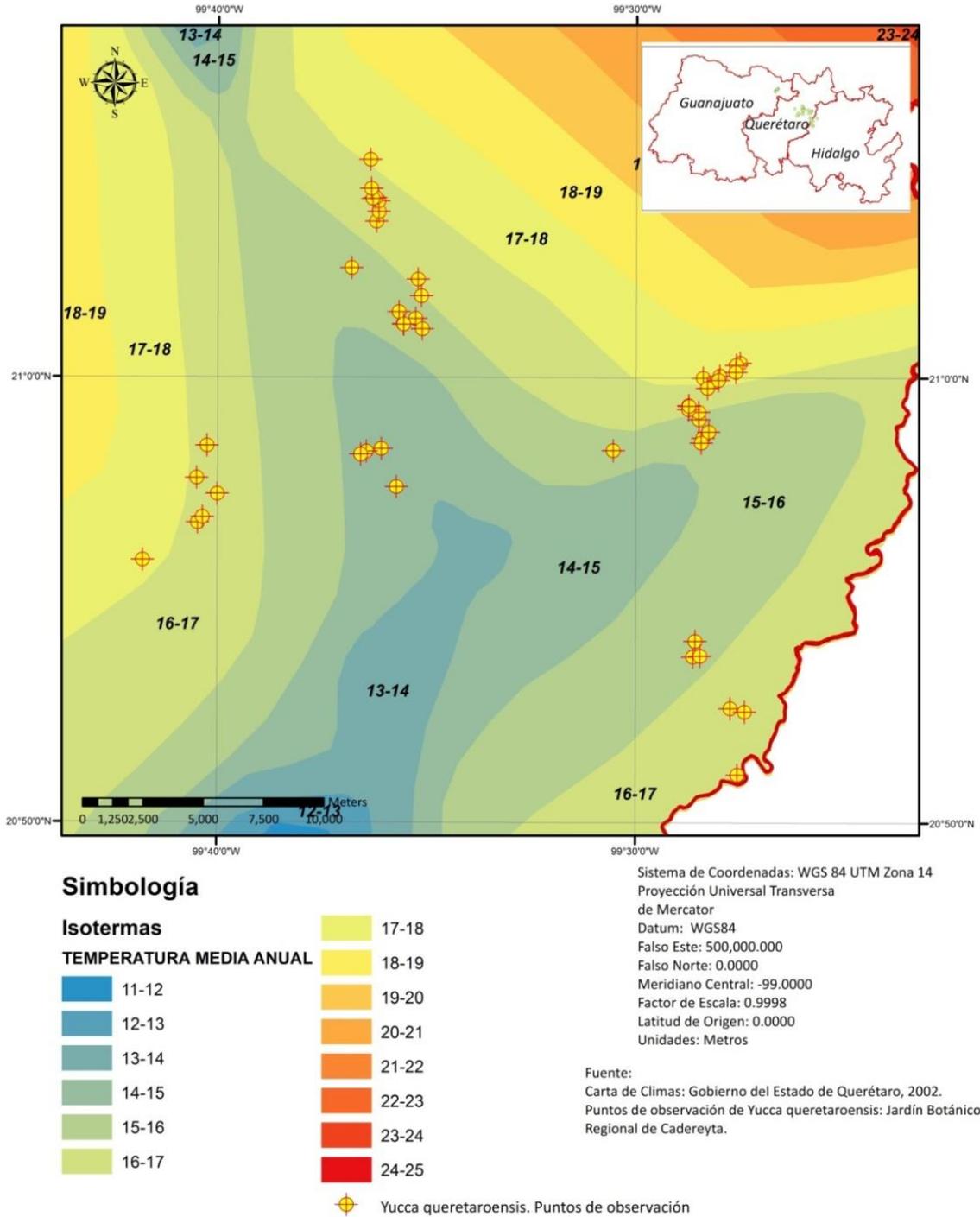
Simbología

Isoyetas	700mm	1100mm-1150mm	Sistema de Coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14 Proyección Universal Transversa de Mercator Datum: WGS84 Falso Este: 500,000.000 Falso Norte: 0.0000 Meridiano Central: -99.0000 Factor de Escala: 0.9998 Latitud de Origen: 0.0000 Unidades: Metros
PP MEDIA ANUAL ACUMULADA	700mm-750mm	950mm-1000mm	
400mm	750mm-800mm	1150mm-1200mm	
400mm-450mm	800mm-850mm	1200mm-1250mm	
450mm-500mm	850mm-900mm	1250mm-1300mm	
500mm-550mm	900mm-950mm	1300mm-1350mm	
550mm-600mm	1050mm	1350mm-1400mm	
600mm-650mm	1000mm-1050mm	<i>Yucca queretaroensis</i> . Puntos de observación	
650mm-700mm	1050mm-1100mm		

Fuente:
 Carta de Climas: Gobierno del Estado de Querétaro, 2002.
 Puntos de observación de *Yucca queretaroensis*: Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

Figura 10. Isotermas en las que se distribuye *Y. queretaroensis*.

Yucca queretaroensis. Temperatura media anual de la zona de distribución del Estado de Querétaro



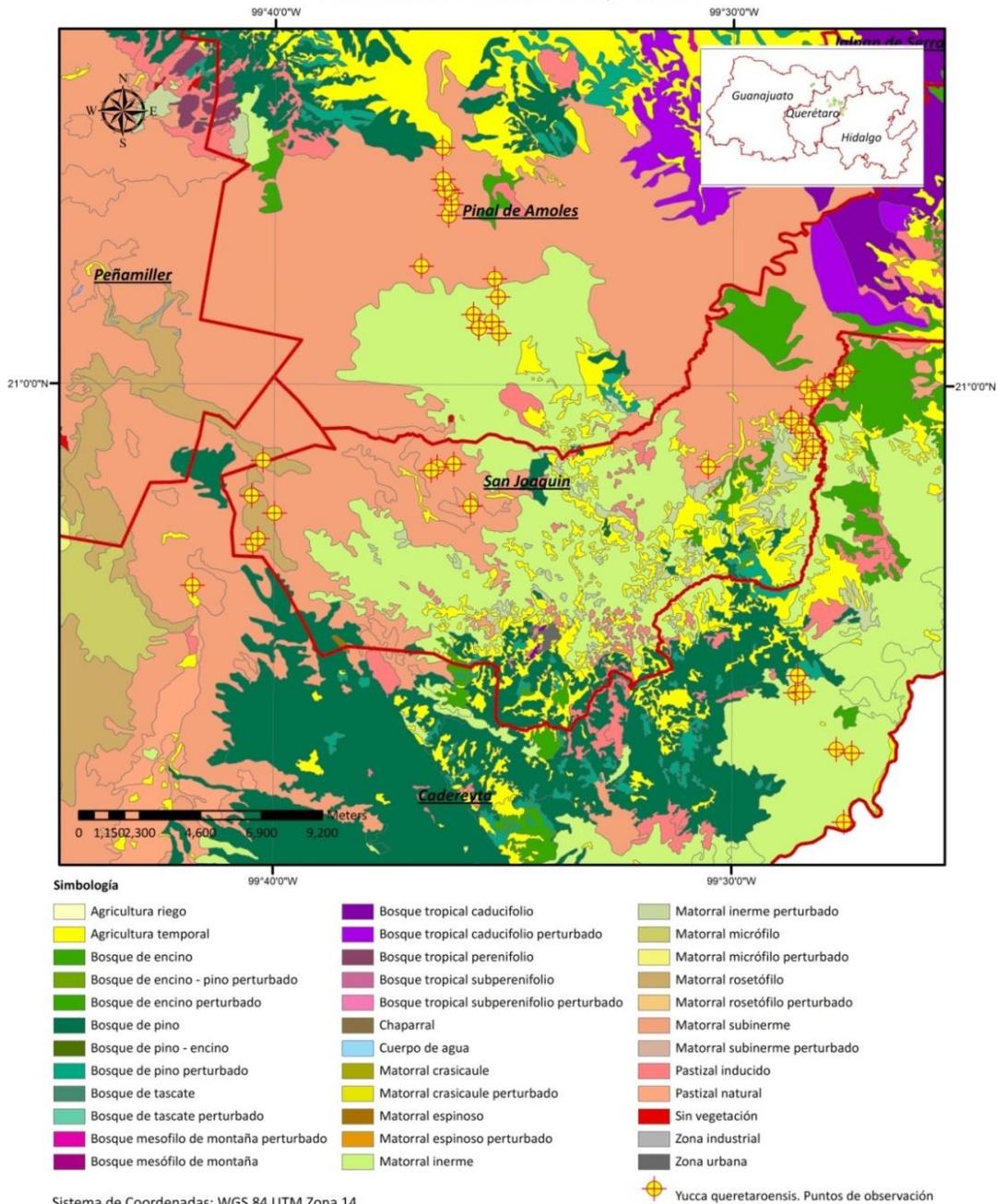
5. *Uso de Suelo y Vegetación.* Se emplearon dos fuentes para determinar el tipo de vegetación en el cual se distribuye *Y. queretaroensis*: la Cobertura de Uso de Suelo y Vegetación del Inventario Forestal Estatal (GEQ, 2008) y la carta de vegetación potencial de México (Rzedowski, 1990). Dichas fuentes difieren en su terminología y escala. De este modo, la vegetación denominada como matorral inerme y subinerme usada por el Gobierno del Estado de Querétaro (2008), se encuentra dentro del matorral xerófilo usado por Rzedowski (1990). La vegetación de matorral submontano (Zamudio *et al.*, 1992), es equivalente al matorral subinerme usado por el Gobierno del Estado de Querétaro (2008). De acuerdo con la sobreposición efectuada con la Cobertura de Uso de Suelo y Vegetación (GEQ, 2008) la mayoría de los sitios de distribución de *Y. queretaroensis* ocurren en lugares con predominio de matorrales inerme y subinerme (matorral submontano) siendo más abundantes en este último y con excepciones en bosque de pino perturbado, anexo al matorral inerme. Dada la escala del mapa, también es posible observar algunos sitios de distribución dentro de zonas catalogadas como agricultura de temporal y bosque de encino, colindantes con el matorral subinerme (**Figura 11**). De acuerdo con la superposición efectuada con la cobertura de vegetación potencial de México (Rzedowski, 1990), la cual presenta una escala 1:4'000,000, la mayoría de los sitios de distribución de *Y. queretaroensis* se encuentran en matorral xerófilo, ubicándose algunos de ellos en los límites de la vegetación de bosque de coníferas y encinos (**Figura 12**).

6. *Análisis estadístico.* El Análisis de Componentes Principales (ACP) de las diez variables analizadas muestra que cinco presentan un efecto significativamente estadístico en relación con los sitios evaluados (Cuadro 4). Estas son: para el componente 1, las isoyetas (0.86) y la edad de la roca (0.63) y para el componente 2, la altitud (0.82), el tipo de suelo (0.66) y el tipo de clima (0.62). Así pues, es probable que la precipitación (isoyetas), la edad de la roca, el tipo de suelo y el clima sean los factores ambientales que están jugando un papel determinante en la distribución de la especie.

Con respecto del análisis de estadística descriptiva, se obtuvieron los valores de moda, que representan aquellos mayormente representados en los sitios de colecta (Cuadro 5). Se observa que *Y. queretaroensis* se distribuye principalmente en altitudes entre 1300-1400 msnm, roca de tipo caliza-lutita del mesozoico, en la unidad geomorfológica denominada “elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas”, en suelo de tipo Litosol, con clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, en zonas con precipitación promedio anual de 900-1000 mm y temperatura media anual de 16-17 °C, siempre asociada a vegetación de matorral submontano y frecuentemente en localidades orientadas al N.

Figura 11. Tipos de vegetación en las que se distribuye *Y. queretaroensis* (Gobierno del estado de Querétaro, 2008).

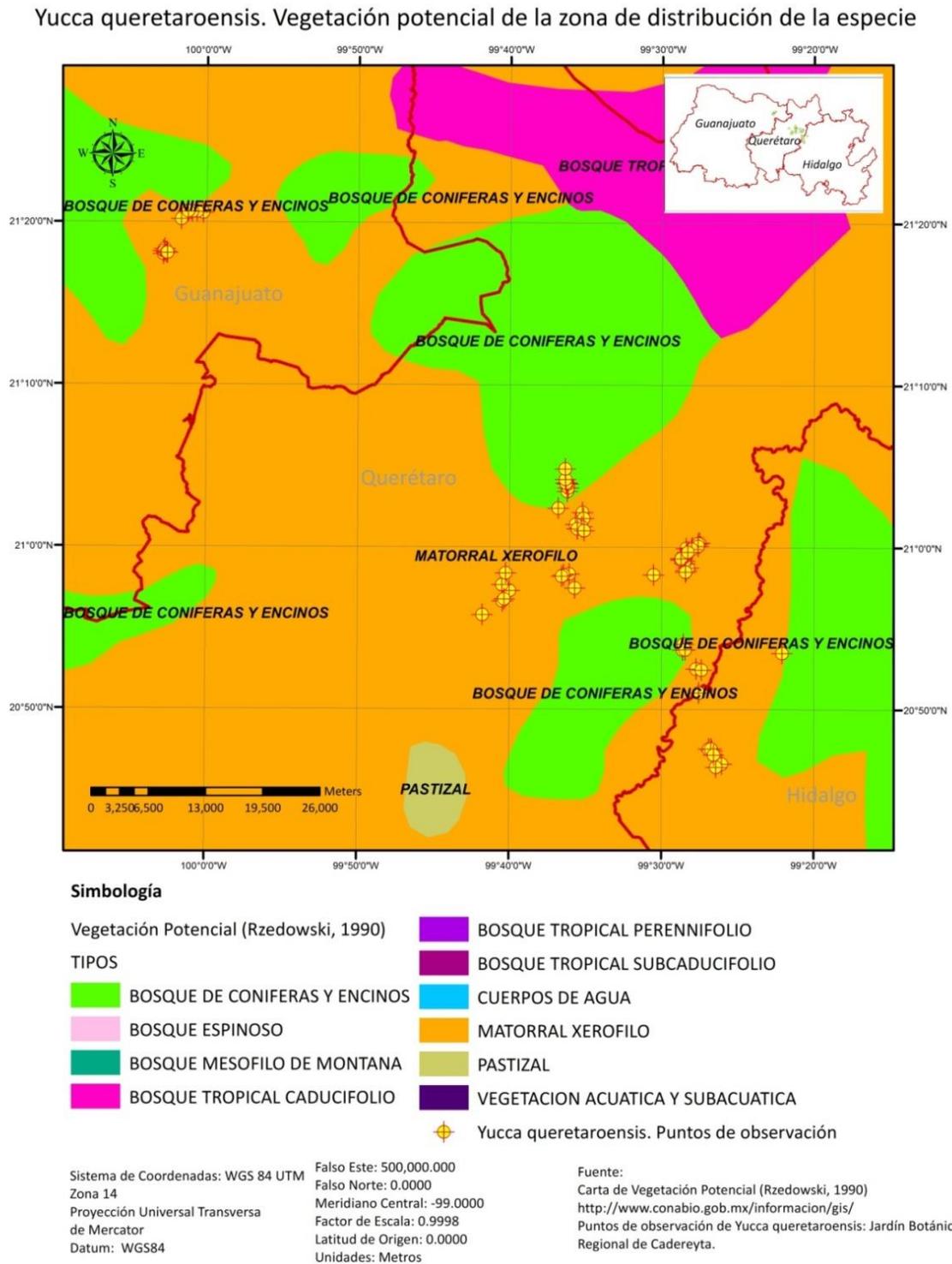
Yucca queretaroensis. Tipos de vegetación en las localidades de distribución del Estado de Querétaro



Sistema de Coordenadas: WGS 84 UTM Zona 14
 Proyección Universal Transversa de Mercator
 Datum: WGS84. Falso Este: 500,000.000. Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0000. Factor de Escala: 0.9998.
 Latitud de Origen: 0.0000. Unidades: Metros

Fuente:
 Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:50,000. 2008. Gobierno del Estado de Querétaro.
 Puntos de observación de *Yucca queretaroensis*: Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

Figura 12. Tipos de vegetación en las que se distribuye *Y. queretaroensis* (Rzedowski, 1990).



Cuadro 4. Análisis de Componentes Principales de los factores ambientales analizados.

Variables	CP1	CP2
ALT_MSNM	-0.17	0.82
GEOL_TIPO ROCA	-0.69	-0.09
GEOL_EDAD_ROCA	0.63	-0.14
UNID_GEOM	-0.28	-0.55
SUELO_TIPO	-0.48	0.66
CLIMA_TIPO	-0.39	0.62
ISOYETAS	0.86	0.23
ISOTERMAS (°C)	-0.64	-0.56
VEGETACIÓN_TIPO	0.00	0.00
ORIENTACIÓN	0.06	0.04

Cuadro 5. Resultados de los análisis de estadística descriptiva.

Variable	Moda	Porcentaje	Valor
Altitud	5	21.2%	1300-1400 msnm
Tipo de Roca	2	74.2%	Caliza-Lutita
Edad de Roca	2	90.9%	Mesozoico
Unidad Geomorfológica	1	31.8%	Elevaciones de rocas marinas alternando calizas-lutitas y calizas-margas.
Tipo de Suelo	1	68.2%	Litosol
Tipo de Clima	2	24.2%	(A)C _(wo)
Isoyetas	5	42.4%	900-1000
Isotermas	3	30.3%	16-17
Tipo de Vegetación	1	100%	Matorral Submontano
Orientación	2	22.7%	N

7. Resultados y discusión del Análisis de campo.

Caracterización del hábitat. A través de la evaluación de las líneas de Canfield, se obtuvo información para 49 tramos o microhábitats, en las tres localidades de estudio. El Análisis Discriminante indica que las características de los microhábitats con presencia de *Y. queretaroensis* son significativamente distintas a las de los microhábitats sin presencia de la especie (Lambda de Wilks = 0.74, 6 g. l., P = 0.036) (Cuadro 6, **Figura 13**).

Cuadro 6. Prueba estadística del modelo.

Funciones Derivadas	Lambda de Wilks	Chi-Cuadrada	GL	Valor-P
1	0.736225	13.4737	6	0.0361

En promedio, el 69.39 % de los microhábitats están clasificados correctamente: 67.50% de los microhábitats sin la presencia de *Y. queretaroensis* y 77.78% de los microhábitats con la presencia de la especie (Cuadro 7). La primera función discriminante explica el 100% de la variación y las características más importantes para la separación de los dos grupos de microhábitats fueron la pedregosidad del suelo y la cobertura vegetal (Cuadro 8).

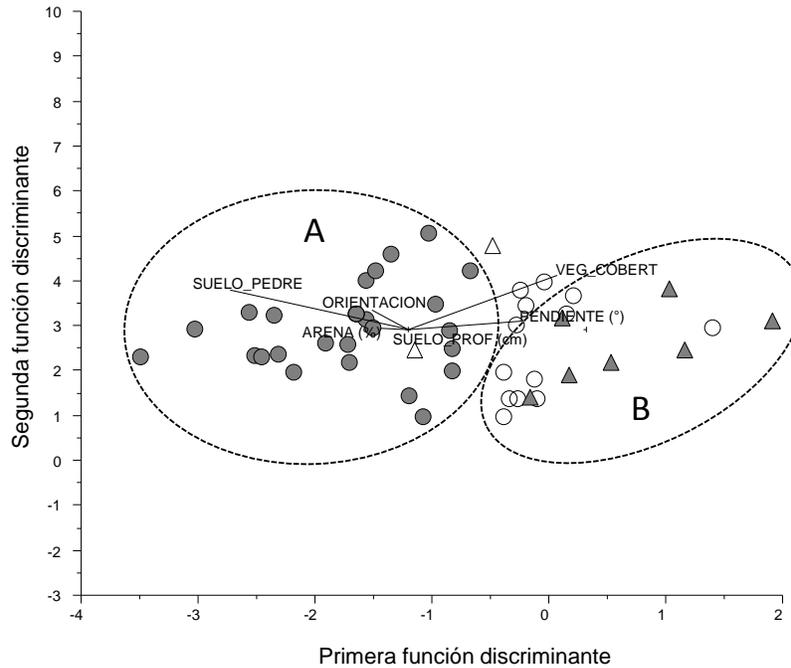


Figura 13. Agrupación de los microhábitats sin presencia de *Y. queretaroensis* (círculos sombreados dentro del contorno punteado A) y con presencia de la especie (triángulos sombreados dentro del contorno punteado B). Los círculos y los triángulos en color blanco indican los microhábitats sin presencia y con presencia de la especie, respectivamente, que tienen una probabilidad más alta de pertenencia al otro grupo (mal clasificados).

Cuadro 7. Porcentaje de microhábitats clasificados correctamente.

Actual	Tamaño	Predicho	ID
ID	de Grupo	1	2
1	40	27	13
		(67.50%)	(32.50%)
2	9	2	7
		(22.22%)	(77.78%)

Cuadro 8. Contribución de las variables descriptivas del microhábitat a la primera función discriminante. La importancia de cada variable es indicada por el coeficiente de correlación con la función discriminante. P indica la significancia de las correlaciones.

		Variable descriptora del microhábitat	Correlación	P
Primera función discriminante	VS	Orientación (°)	-0.1055	0.4705
		Pendiente (°)	-0.0854	0.5595
		Arena (%)	0.1724	0.2362
		Pedregosidad del suelo (%)	-0.6926	< 0.0001
		Profundidad del suelo (cm)	0.1291	0.3767
		Cobertura de la vegetación (%)	0.5543	< 0.0001

Considerando que los genets (conjunto de ramets) de *Y. queretaroensis* se distribuyen de forma agregada, una posible hipótesis de este patrón de distribución podría ser que existen características diferentes en su microhábitat. En este sentido, el Análisis Discriminante permite observar que la pedregosidad del suelo y la cobertura de la vegetación son características diferenciales entre los sitios con y sin la presencia de la especie. Ahora bien las características diferenciales podrían ser una consecuencia y no una causa de la presencia de la especie, ya que no se observa que la especie requiera de una nodriza o una determinada cobertura para su crecimiento, sino que ella misma crea un microhábitat que permite el crecimiento de otras especies bajo su dosel y una probable función como nodriza en su ecosistema. En este sentido, la distribución de los individuos dentro de la población, de forma agrupada, probablemente obedezca con mayor peso a los mecanismos de dispersión de la especie y no a la diferencia entre microhábitats.

En relación a los principales factores de disturbio observados a nivel de localidad se encuentra lo siguiente:

1. *Tránsito humano.* Se registró evidencia con la observación de veredas y senderos presentes en los sitios donde se distribuye la especie. A pesar que *Y. queretaroensis* tiende a vivir en laderas sumamente empinadas, en diversos sitios es claro que los habitantes de la zona caminan con frecuencia por esos lugares. Se han observado hábitats perturbados por tránsito humano en: 1. Xichú, Xichú, Guanajuato, 2. Barranca Tolimán, Zimapán, Hidalgo, 3. Bucareli, Pinal de Amoles, Querétaro y 4. El Apartadero, San Joaquín, Querétaro.

2. *Recolección vegetal.* Esta fue documentada cuando se observaron signos de corte de leña o recolección manual de plantas. Se han observado hábitats perturbados por recolección vegetal en: 1. Alrededores de la Casa de Máquinas de la presa hidroeléctrica Zimapán, Cadereyta de Montes, Querétaro y 2. San Juan Tetla, San Joaquín, Querétaro.

3. *Recolección de la especie.* Las evaluaciones cualitativas durante las salidas exploratorias no permitieron reconocer hábitats perturbados por la remoción de plantas completas adultas. Históricamente, las hojas de *Y. queretaroensis* fueron empleadas como material de construcción para casas y techos, pero actualmente han caído en desuso. Sin embargo, un uso tradicional que parece continuar, es el consumo de las flores para guisos, encontrándose un registro por este tipo de perturbación en San Francisco Gatos, San Joaquín, Querétaro.

4. *Tránsito animal*. La evidencia se documentó con la presencia de veredas para ganado, observación de ramoneo de plantas y presencia de excretas. Indudablemente, éste es el factor de disturbio más frecuente en las localidades de distribución de la especie. Sin embargo, las localidades en las que fue posible documentar de manera cualitativa este tipo de disturbio fueron: 1. Alrededores de la Casa de Máquinas de la presa hidroeléctrica Zimapán, Cadereyta de Montes, Querétaro, 2. Bucareli, Pinal de Amoles, Querétaro y 3. El Apartadero, San Joaquín, Querétaro.

5. *Incendios forestales*. Rastros de fuego como troncos y suelo ahumados, así como el testimonio de los habitantes de la zona, permitieron el registro de eventos de fuego como agente de disturbio en dos localidades: 1. San Juan Tetla, San Joaquín, Querétaro y 2. San Francisco Gatos, San Joaquín, Querétaro.

6. *Erosión de suelo*. Las fuertes pendientes y los suelos delgados propios de las zonas de distribución de la especie son factores que favorecen la erosión del suelo, situación que la cobertura vegetal limita en gran manera. No obstante, la combinación de este factor con otros potencialmente dañinos, como el tránsito humano y animal de la zona, o la remoción de la cobertura vegetal, podrían derivar en el incremento de la degradación de la zona. Se observaron hábitats con perturbación por erosión de suelo en: 1. Rancho Quemado, Cadereyta, Querétaro, 2. Arroyo Culebras, Cadereyta, Querétaro y 3. San Francisco Gatos, San Joaquín, Querétaro.

En conclusión, *Y. queretaroensis* muestra una clara afinidad con dos tipos principales de roca: Caliza-Lutita y Caliza, asociada principalmente a rocas del Jurásico Superior. Se concentra en un rango altitudinal de 1000 y 1340 msnm -si bien se ha encontrado desde los 986 hasta los 1800 msnm, como observaciones excepcionales- y muestra una marcada preferencia por las pendientes pronunciadas, en zonas de relieve marcadamente inclinado y disectado, principalmente ligado a la geoforma denominada “Valle intermontano con lecho en U, con márgenes inestables de acumulación rápida y régimen permanente”. La especie crece bajo climas de régimen “Semiseco semicálido con lluvias en verano” BS1hw, donde el volumen de precipitación media anual parece ser un factor determinante, y se sitúa entre 950 a 1000 mm, con temperatura media anual entre 15 a 17°C. La mayor concentración de sitios registrados de *Y. queretaroensis* ocurren en lugares con predominio de matorrales inerme y subinerme (matorral submontano). Los factores con mayor influencia en la distribución de la especie son la precipitación (isoyetas), la edad de la roca, el tipo de suelo y el clima. Se concluye con lo anterior, que *Y. queretaroensis* presenta especificidad de hábitat.

A escala local, el Análisis Discriminante permite observar que la pedregosidad del suelo y la cobertura de la vegetación son características diferenciales entre los sitios con y sin la presencia de la especie, y diversos signos relacionados con actividades humanas fueron observados como factores de disturbio en varias localidades de distribución de la especie.

b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, en su caso.

- **Relevancia Ecológica.**

Aun cuando el conocimiento de su reproducción sexual es incompleto, la importancia de *Y. queretaroensis* en su medio, dadas su estrategia reproductiva, estructura poblacional y funciones, permiten aseverar que la especie es un elemento clave en el ecosistema. Este apartado resume de manera general el conocimiento disponible sobre su dinámica y estructura poblacional, a partir de las cuales se infiere parte de su estrategia reproductiva. También se enumeran las funciones que realiza en su medio.

Estructura poblacional y estrategia reproductiva.

Y. queretaroensis es una especie clonal cuyos individuos, definidos para fines de interpretación como “genets”, se componen de un conjunto de tallos -“ramets”- que tienen la capacidad de sobrevivir por sí mismos cuando se separan unos de otros, circunstancia clave para la permanencia de la especie en su medio. A partir de dichos “ramets” se han construido las estructuras de población conocidas para la especie, categorizándolos por tamaño, dado que la altura es un parámetro que se puede medir fácil y repetitivamente a lo largo del tiempo (Humphrey y Humphrey, 1990).

Los resultados a que se hace referencia corresponden al análisis de seis sitios de muestreo en las localidades de Xichú, Guanajuato; Bucareli y Rancho Quemado, Querétaro, y El Detzaní, Hidalgo (Magallán *et al.*, 2013). En tres de ellos se realizó un muestreo sistemático en parcelas; en otros tres fue realizada una observación y conteo adicional (**Figura 14**).

Estructura de la población. El muestreo sistemático de *Y. queretaroensis* comprendió tres localidades de distribución, de donde se obtuvieron datos para un total de 151 ramets. Los histogramas de frecuencias por altura por ramet de cada una de las localidades muestreadas muestran que la mayor proporción de ramets se encuentran dentro de los intervalos de menor tamaño (**Figura 15**).

En general, los grupos más numerosos están formados por los ramets que miden entre 0 y 40 cm, seguido por la siguiente clase, de 40 a 60 cm. La aportación de las siguientes clases a la estructura de esta población va siendo paulatinamente menor, aunque algunos segmentos tengan números mayores a lo esperado. Las estaturas máximas que puede alcanzar un ramet varían entre localidad (Xichú, 4 m; Rancho Quemado, 2.50 m; El Detzaní, 3.80 m, Bucareli, 6 m). Una circunstancia muy notoria es la ausencia de ramets en un rango muy amplio de clases (80 a 260 cm) en El Detzaní, Zimapán, y de individuos de 180 hasta 280 cm en Bucareli, Pinal de Amoles. Las tres poblaciones muestran una importante acumulación de ramets de tamaño bajo, menor a 140 cm. Sin embargo, este grupo joven alcanza mayores estaturas en Xichú ($M_e=90$), mientras que en Rancho Quemado ($M_e=44.5$) y El Detzaní ($M_e=24.5$) tiene tallas menores.

En términos generales, el histograma de frecuencias por tamaño de cada una de las poblaciones medidas en estos sitios refuerza la hipótesis de que *Y. queretaroensis* tiene un activo reclutamiento vegetativo, aunque en cada sitio la población tenga sus propias características en cuanto a tamaños.

El rango de tamaños por ramet de *Y. queretaroensis* es muy amplio. Sin embargo, su mayor proporción está formada por los individuos de menor tamaño ($M_e=50$), por debajo de la media, entre 20 y 140 cm, cuando se consideran todos los datos, tanto de evaluación sistemática en parcelas, como adicionales. Los ramets menores a 20 cm se sitúan en el extremo inferior de la distribución, mientras que aquellos que alcanzan hasta 300 cm conforman el extremo superior. Las alturas mayores a este valor son excepcionales. Estos números se muestran en la gráfica de caja y bigotes (Figura 16). El gran número de individuos dentro del rango que abarca de 5 a 140 cm permite afirmar que, en términos generales, las poblaciones se encuentran en un activo proceso de reclutamiento vegetativo, a través de esta gran generación de ramets. La curva de distribución del histograma de frecuencias confirma lo anterior al no ajustarse a una distribución normal (Figura 17).

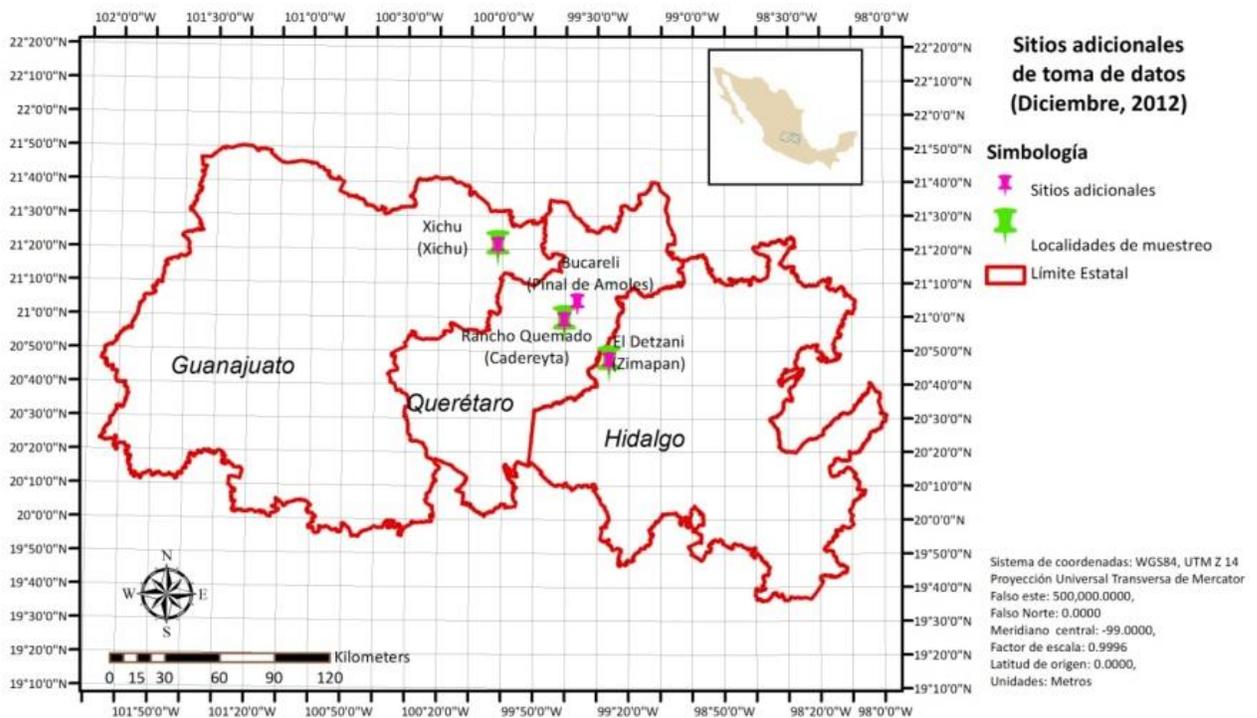


Figura 14. Localización de los sitios de la evaluación demográfica.

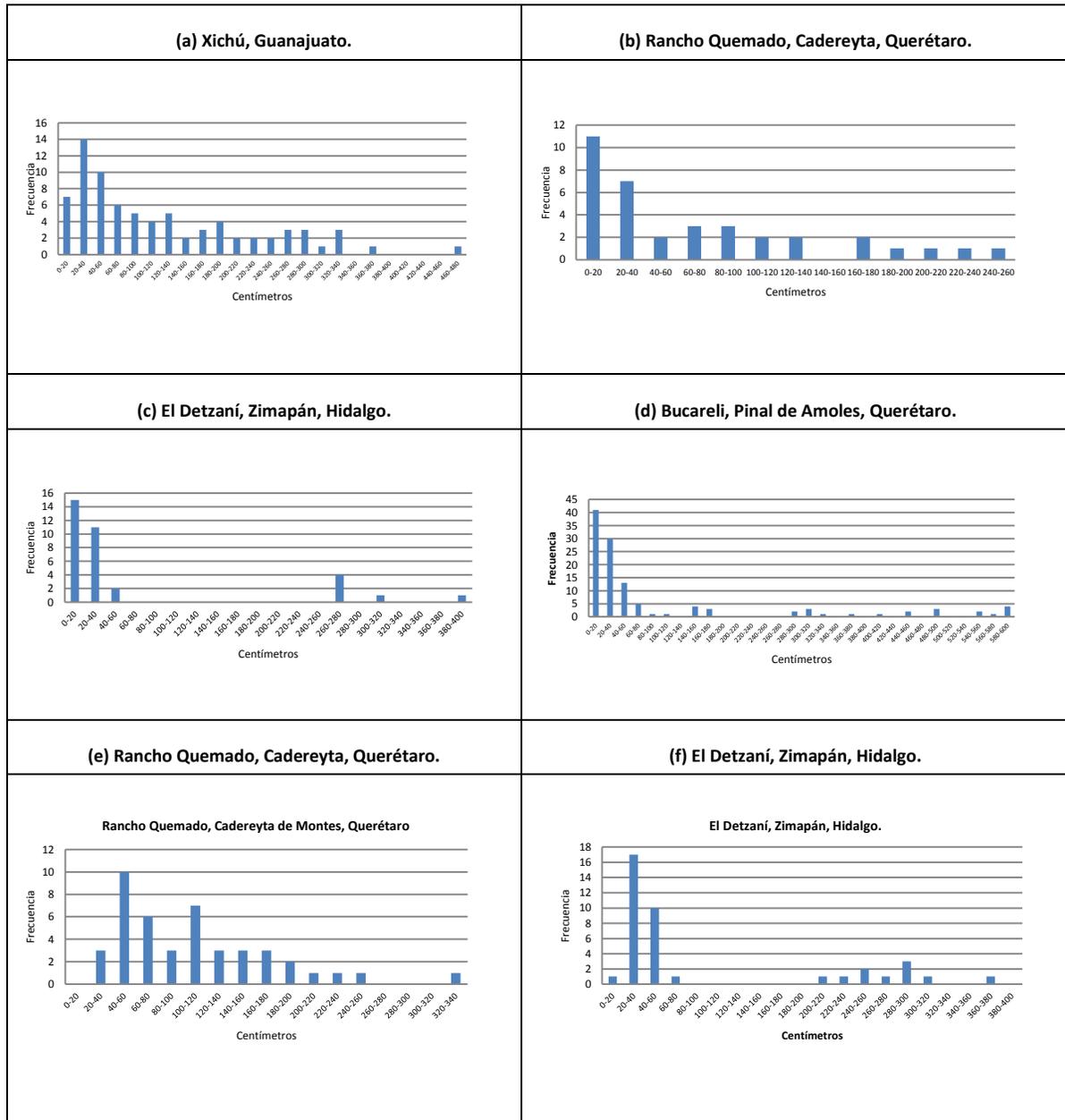
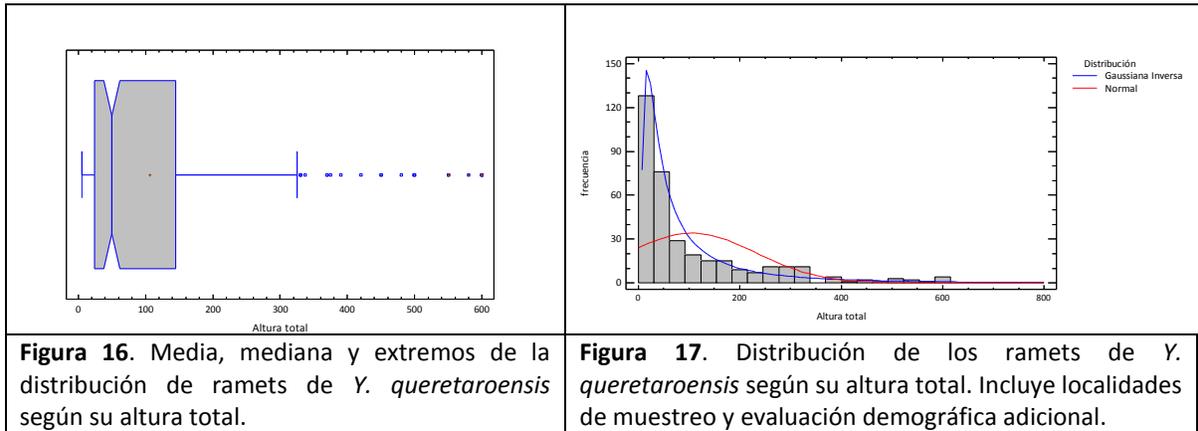


Figura 15. Histogramas de frecuencias de tamaños de ramets de *Y. queretaroensis* (altura total en centímetros). Valores de sitios de muestreo sistemático (a-c) y evaluaciones adicionales (d-f)



Estrategia reproductiva. Tomando la totalidad de los datos de dos poblaciones que fueron monitoreadas en dos años consecutivos (Magallán *et al.*, 2013), puede inferirse una descripción general de la dinámica de los ramets de *Y. queretaroensis*, a partir de una categorización por altura de ramets que incluye 4 categorías (1.- 0 - 49 cm. de altura. Rosetas de tamaño más reducido, comúnmente de corta edad. 2.- 50 - 99 cm. de altura. Rosetas de tamaño mayor e individuos jóvenes con tallo. 3.- 100 - 199 cm. de altura. Adultos jóvenes no reproductivos. 4.- Más de 200 cm. de altura. Adultos reproductivos. Esta última incluye a todos los ramets que, con base en observaciones realizadas dentro y fuera de las poblaciones, pueden reproducirse). Las categorías de menor tamaño (1 y 2) mostraron un mayor dinamismo en su comportamiento a lo largo de la temporada de observación. Los individuos de la categoría 1 representaron el grupo más numeroso a lo largo de toda la temporada de muestreo (2012: 36.5%; 2013: 40.83%) y contaron con un importante incremento en su número de ramets (40.48%), que surgieron entre 2012 y 2013. El mayor porcentaje de ramets permanece en la misma categoría (69.05%). Sin embargo, este grupo es también el que sufrió el mayor porcentaje de pérdida de individuos de un año a otro (21.42%). En cuanto a la proporción de ramets que abandonó esta categoría para incorporarse a la siguiente, fue de 7.14%. La categoría 2 es también numerosa a lo largo de los años 2012 y 2013. Del total de ramets que pertenecían a esta categoría en 2012, 76% permaneció en la misma, 16% ascendió al siguiente nivel y 8% desapareció. La transición de los ramets a partir de la categoría 2 hacia otras categorías o hacia fuera de la población por muerte o extracción fue la más dinámica. La categoría 3 es la siguiente en tamaño, y entre 2012 y 2013, un amplio porcentaje de sus ramets permanecieron en la misma (84%), mientras que 8% ascendió a la siguiente categoría y 4% desaparecieron. Finalmente, la categoría 4, perdió 4.34% de los ramets entre 2012 y 2013, mientras 95.65% de sus componentes permanecieron en la misma. El alto porcentaje de las categorías de menor tamaño indican que el crecimiento vegetativo mediante ramets que se originan de brotes basales puede ser muy frecuente entre un año y el siguiente. Este hallazgo, en conjunto con la ausencia de plántulas en condiciones naturales, sugiere que las poblaciones de *Y. queretaroensis* se mantienen principalmente por el crecimiento vegetativo mediante ramets basales. En términos generales, la estructura de las poblaciones no difiere entre un año y otro, lo que se debe a que es una especie de lento crecimiento. Las primeras etapas de

crecimiento de un ramet de *Y. queretaroensis* traen consigo la profusión de la roseta, en número de hojas y en diámetro.

Función de la especie.

De acuerdo con Magallán *et al.* (2013), la especie presenta funciones de formación y retención de suelo, gracias a su sistema de raíces poco profundas y fibrosas. Observando la presencia/ausencia de otras especies en su corteza, dosel y raíces y su relación con estas (Mills *et al.*, 1993) se encuentra que es una especie nodriza, ya que bajo su cobertura se encuentra un mayor número de especies herbáceas y arbustivas que fuera de ella. También representa el hábitat de aves e insectos en diferentes etapas de sus ciclos de vida. Si bien escasa, la inflorescencia es un medio de subsistencia para los visitantes que la frecuentan. Los habitantes de las comunidades cercanas mencionan que los frutos son palatables y consumidos por mamíferos pequeños como roedores (*Peromyscus* sp., *Sciurus* sp., *Sigmodon* sp.), liebres (*Lepus* sp.), cacomixtle (*Bassariscus* sp.). La roseta es una estructura eficiente para el mantenimiento de la humedad relativa a través de la cosecha de agua; las Agavaceae cosechan cerca del 50% del agua de una precipitación pluvial (Hernández, datos no publicados). Es posible considerar a *Y. queretaroensis* como una especie clave en su ecosistema ya que es de los pocos elementos arbóreos dentro de este que provee todas las funciones mencionadas, gracias a las adaptaciones que permiten su adecuado desarrollo a pesar de los factores limitantes. El tipo de vegetación donde se encuentra a *Y. queretaroensis*, presenta un estrato arbustivo predominante, con muy pocos elementos arbóreos, entre los que se encuentra esta especie.

- **Relevancia taxonómica.**

Para la obtención, análisis y sistematización de la información taxonómica necesaria para describir e identificar claramente a la especie, se procedió a la recopilación y búsqueda exhaustiva de la información publicada (libros, artículos científicos y de divulgación e informes de proyectos), así como de la revisión de ejemplares en tres herbarios reconocidos (Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), Herbario del Instituto de Ecología, Centro Regional Bajío (IEB) y Herbario Nacional de México del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU)), mediante la observación de rasgos taxonómicos y morfológicos que pudieran contribuir a la descripción adecuada de la especie. Además se consideró el estudio de la especie en su hábitat silvestre.

De la información obtenida a partir de las pocas revisiones bibliográficas existentes (18 publicaciones) y el escaso material de herbario disponible y en la mayoría de los casos incompletos, quedó de manifiesto que se trata de una especie poco estudiada. A partir de los elementos morfológicos observados en los ejemplares de herbario, se consideró la aplicación de un análisis de componentes principales (ACP) usando el programa *STATGRAPHICS Centurión XVI.I.*, para discernir entre especies con más parecido morfológico, dando como resultado la selección de siete caracteres morfológicos (1.- ancho de la hoja, 2.- largo de la hoja, 3.- tipo de fruto, 4.- dehiscencia del fruto, 5.- sección transversal de la hoja, 6.- textura de la hoja y 7.- tipo de márgenes de la hoja), cuantitativos y cualitativos, que explican y distinguen adecuadamente a *Y. queretaroensis* de otras especies de similar morfología.

Lo anterior sirvió para ampliar y complementar la descripción de la especie como un aspecto importante para la correcta identificación de *Y. queretaroensis* que permita generar una propuesta para su adecuada ubicación taxonómica. Cuando fue descrita, Piña (1989), ante la falta de observaciones de frutos y semillas, la incluyó dentro de la Serie Rupicolae de la Sección Chaenocarpa, basándose únicamente en la descripción morfológica de la hoja, flor y el hábitat de la especie. Sin embargo, recientes estudios moleculares (Pellmyr *et al.*, 2007; Hochstätter, 2008; Smith *et al.*, 2008) demostraron que *Y. queretaroensis* pertenece a la Sección Sarcocarpa, hecho que concuerda con este estudio, tras hacer una descripción más precisa respecto a los frutos encontrados en individuos hallados en campo. Se confirma así que *Y. queretaroensis* pertenece a la Sección *Yucca* (ex *Sarcocarpa*) y no a la Sección *Chaenocarpa*, por poseer frutos carnosos e indehiscentes.

Por lo anterior se considera que la relevancia taxonómica de *Y. queretaroensis* se basa principalmente en la falta de elementos que contribuyan a su precisa descripción y ubicación taxonómica. Siendo este el único estudio exhaustivo sobre la especie, que aporta elementos relevantes para su estatus taxonómico y para su estado de conservación actual, el cual precisa de importante atención.

- **Relevancia cultural.**

Para documentar y conocer el uso y aprovechamiento local de la especie, se diseñó un cuestionario a ser aplicado a los habitantes de las localidades de Xichú, Gto., y Rancho Quemado, Qro. El cuestionario se enfocó en cuatro temas principales: 1.- Nivel de conocimiento de la especie, 2. Aprovechamiento, 3. Capacidad de gobernanza sobre el recurso y 4. Información general sobre la conservación. A las respuestas obtenidas en los tres primeros puntos se les asignó un valor numérico, mientras que el cuarto punto se analizó de manera cualitativa, sin calificación numérica.

De los resultados obtenidos tenemos que una alta proporción de los habitantes de localidades cercanos a la zona de distribución, identifica y reconoce a *Y. queretaroensis*. Sin embargo, no es muy claro el uso que esta especie puede tener dentro de sus actividades, y aunque tradicionalmente se ha empleado, ha caído en desuso. Esto trae como consecuencia un aumento en el desconocimiento y vulnerabilidad de la misma. Adicionalmente se encontró que de acuerdo con Garibaldi y Turner (2004) puede considerarse como una especie clave desde el punto de vista cultural, por la multiplicidad de posibles usos y también por la cantidad de nombres comunes con los que las personas reconocen a *Y. queretaroensis*. Sin embargo, esto la hace propensa a ser fácilmente confundible, con otras plantas que presentan una morfología similar, como *Dasyilirion longissimum* y *D. acrotrichum*, que además comparten zonas de distribución afines con las de *Y. queretaroensis*, lo que incrementa su vulnerabilidad y la pérdida del recurso vegetal (Pérez *et al.*, 2001). Lo anterior enfatiza la relevancia cultural que *Y. queretaroensis* posee y la importancia de seguir siendo objeto de estudio.

- **Relevancia Económica.**

Debido al grado de desconocimiento acerca del comercio nacional e internacional ilícito y/o irregular de *Y. queretaroensis*, se planteó una investigación que comprendió las siguientes 5 etapas:

1. Investigación a través del internet sobre los invernaderos y viveros que producen o comercializan la especie, a lo largo de un año (marzo del 2011 a marzo del 2012).
2. Envío de solicitudes de información a los organismos nacionales y extranjeros que regulan las autorizaciones para el manejo y aprovechamiento.
3. Consulta de las siguientes Bases de datos: "United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre" (UNEP-WCMC), "CITES Species Database", "CITES Trade Database" y el compendio digital especializado en el comercio centrado en la Unión Europea "EU Wildlife Trade Regulation Database". Así mismo fue consultada la representación de TRAFFIC-México (*Trade Records Analysis of Flora and Fauna in Commerce*).
4. Se enlistaron empresas ofertantes de *Y. queretaroensis* y se estableció comunicación con ellas, mediante misivas pidiendo su cooperación mediante la aportación de información como: datos generales de la empresa, si efectúan actividades de propagación de *Y. queretaroensis*, si cuenta con los permisos necesarios, posee las capacidades técnicas para la propagación, la relación precio-producto y oferta-demanda, así mismo si existe ausencia de pruebas explícitas de irregularidades.
5. Con base en la información recabada se hizo una síntesis del perfil de cada una de las empresas contactadas y análisis de los registros obtenidos.

Como resultado de la información obtenida se encontró que a partir del año 2006 se detecta una oferta internacional de ejemplares de *Y. queretaroensis* que, por su tamaño y rasgos morfológicos podrían tratarse de material biológico extraído ilegalmente del medio silvestre. Se hizo la detección de dos tipos de viveros e invernaderos que comercializan con la especie. El primero grupo anuncia y comercializa especies de tamaño muy pequeño que por la biología de desarrollo de esta especie, parecen provenir de la germinación reciente (2008-2009) de semillas mediante un sistema de producción eficaz. El segundo grupo resalta y requiere sumo cuidado, por su posible vínculo dentro de un circuito mundial de depredación y saqueo de *Y. queretaroensis*, que implica la participación de negocios en Alemania, Francia, Bélgica y Holanda, que ofertan y subastan plantas de *Y. queretaroensis* de gran tamaño (con troncos desarrollados), a precios de cientos y miles de euros.

Cabe mencionar que por las características de la plantas, no existe una relación proporcional entre aquellas que se ofertan y el lento crecimiento que la especie tiene a lo largo de su vida. Es necesario destacar que ninguna de las empresas que se encontraron en los países antes mencionados, contestó a las encuestas enviadas. Por lo que se asume que el problema sobre el comercio de *Y. queretaroensis* es delicado y de sumo cuidado, ya que podría estar teniendo lugar un continuo saqueo que probablemente es ilegal y lejos de aportar recursos al país, los extrae, ocasionando un comercio descontrolado y furtivo fuera de la frontera mexicana, lo que pone en riesgo las poblaciones existentes.

Los resultados del análisis comercial internacional de *Yucca queretaroensis* están reflejados en la propuesta de enmienda presentada por México ante la 16ª reunión de la Conferencia de las Partes de la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres* (CoP16-CITES; Bangkok 2013), misma que fue adoptada por unanimidad y derivó en el listado de la especie en el Apéndice II de la CITES.

c) Factores de riesgo reales y potenciales para *Yucca queretaroensis*, así como la evaluación de la importancia relativa de cada uno.

Para la identificación de los factores que amenazan las poblaciones silvestres de *Y. queretaroensis* se establecieron dos sitios de muestreo para el estudio de ecología de poblaciones y hábitat: Rancho Quemado, Cadereyta de Montes, Qro., y Xichú, Xichú, Gto. Se hizo una inspección visual en 10 cuadrantes de 10 x 100 m, en cada una de las localidades, evaluando en cada cuadrante las posibles amenazas que sobre la especie ejercen las actividades antropocéntricas. Para esto se empleó una modificación del método del “Disturbiómetro” de Martorell y Peters (2005). Las amenazas por impacto de la actividad humana consideradas se presentan en el Cuadro 9, así como la manera en que se registró su presencia/ausencia dentro de las localidades muestreadas.

Cuadro 9. Amenazas observadas a las poblaciones de *Y. queretaroensis* y modo de observación.

Amenaza	Signos observados	Manera en que fue observado
Crianza de ganado	Excretas	Se revisó el suelo en busca de presencia de excretas de ganado ovino, caprino o bovino.
	Ramoneo de plantas	Se revisaron los arbustos para detectar signos de ramoneo.
	Veredas para ganado	El ganado suele transitar por veredas bien definidas. Se revisó la zona en busca de las mismas.
Actividades humanas	Corte de leña	Se revisaron los arbustos para detectar signos de corte de ramas para leña. Se revisó también el suelo en busca de atados de leña.
	Veredas	Se revisó la zona en busca de veredas de tránsito de personas.
	Incendios forestales	Se buscaron evidencias de episodios de incendio o quema.
Degradación de la tierra	Erosión de suelo	Se buscaron puntos donde el suelo mostrase deformación o remoción frecuente, y que pudiesen ser considerados como evidencia de erosión.
	Superficies modificadas	Se buscó la presencia de construcciones que modifiquen el paisaje, de agricultura, de obras hidráulicas, entre otras.

De la evaluación de las posibles amenazas se pudieron clasificar dos escalas de riesgos principales: el daño en su ecosistema y el daño por saqueo. La primera va en razón de que la actividad que tiene una mayor incidencia dentro de las dos localidades es la crianza de ganado, que puede incrementar la tasa de erosión del terreno, que es ya proclive a la pérdida de suelo por la escasa profundidad de éste y la fuerte pendiente de las laderas.

La segunda escala de riesgo y quizás la más sensible, se liga con la escasa o nula regulación del comercio nacional e internacional de la especie. Esto deja de manifiesto, que la principal amenaza de la especie y sus poblaciones, radica en su demanda en el comercio internacional y los continuos saqueos que se dan en sus poblaciones.

Otro de los análisis que contribuyeron a determinar los factores de riesgo reales de la especie es el estudio de la estructura de la población, a la cual ya se ha hecho referencia en este documento, y que fue hecho a través de la agrupación de ramets por categorías de altura sucesivamente mayores y establecidas cada 20 cm. El estudio ha revelado que algunas de dichas categorías no están presentes en todas las poblaciones. Sin embargo, debe hacerse énfasis en dos lugares en particular: Bucareli, en Pinal de Amoles, Querétaro, y El Detzaní, en el municipio de Zimapán, Hidalgo. En ambos sitios los intervalos con ausencia de individuos son amplios. En la localidad de El Detzaní, tanto el muestreo por parcelas como los datos adicionales ofrecen gráficas que muestran que la estructura de la población es muy diferente a todas las revisadas, pues existe una ausencia de ramets de tallas entre 70 cm y 230 cm, situación completamente atípica de las poblaciones de *Y. queretaroensis*. En Bucareli, también se presenta una ausencia de ramets en un intervalo de varias clases que abarca desde 180 hasta 280 cm. Por lo anterior se recomienda considerar a estas localidades como prioritarias en la investigación y seguimiento de episodios de saqueo de la especie, pues ante la ausencia de otra explicación, podría suponerse que han sido un sitio de extracción, ya que dentro de las tallas que no están presentes en la población, se encuentran aquellas que suelen ser ofertadas en el comercio internacional (Magallán *et al.*, 2012).

- d) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos.**

Tendencias de la población.

Y. queretaroensis tiene una superficie real de ocupación apenas superior a los 2 km², que es un valor similar a aquel considerado para calificar a los microendemismos del Desierto Chihuahuense como tales, según Hernández (2012). Sin embargo, debido a que la densidad de individuos fisiológicos (genets) fue muy baja en las poblaciones estudiadas, además de que durante los dos años de estudio no hubo eventos reproductivos, ni se observaron plántulas, no existe una tabla de vida para la especie, ni un modelo adecuado para proyectar la dinámica poblacional y estimar la contribución de los diferentes procesos demográficos y categorías de tamaño a la tasa de crecimiento. Se infiere que tiene una baja tasa de reproducción por semilla, aunque el ciclo de vida no ha podido ser determinado. Existen pocas observaciones de plantas con frutos en el medio silvestre, y la producción de éstos es baja en comparación con la cantidad de flores: *Y. queretaroensis* cuenta con una tasa de fecundidad menor al 10% de la capacidad reproductiva potencial por individuo (Magallán *et al.*, 2013). Esto podría deberse a la especificidad del polinizador y a un elevado costo de reproducción de la especie, cuya baja producción de frutos es probablemente un factor de adaptación a su medio (Calvo y Horvitz, 1999).

Por ahora la población y su distribución se presumen estables; sin embargo, *Y. queretaroensis* cuenta con tres niveles de factores amenazantes: intrínsecos, de hábitat y antropológicos. Los factores intrínsecos son: baja fecundidad, menor al 10% de la capacidad reproductiva potencial por individuo (Magallán *et al.*, 2013), baja tasa de crecimiento, tiempo de generación largo y polinización altamente especializada. Los factores relativos al hábitat son la especificidad de éste y el alto valor de erosión potencial de las laderas donde se distribuye la especie, entre 50 y 500 ton/ha/año (Gobierno del Estado de Querétaro, 2009). Hay dos tipos de factores antropológicos de amenaza: los derivados de los usos y costumbres de las zonas

de distribución, y los relacionados con la extracción ilegal de la especie para su venta. Entre los primeros está la colecta de flores de *Y. queretaroensis* con fines alimenticios, que ha sido confirmada con evidencias de recolección de flores en el campo y el uso de la zona de distribución como agostadero para ganado caprino. Dentro de los segundos, *Y. queretaroensis* fue reportada en tráfico ilegal en el comunicado PC18 Doc. 21.1 de CITES. La extracción de plantas maduras de las poblaciones silvestres afecta la estructura de la población y disminuye el reclutamiento por vía sexual, disminuyendo la diversidad genética de la especie. De no tomarse ninguna medida de control sobre los riesgos de origen antropológico, esta especie vulnerable podría ver drásticamente disminuida su presencia en el medio silvestre.

Tendencias del hábitat.

En general, el hábitat de *Y. queretaroensis* se encuentra en buen estado de conservación. En su área de distribución no hay alta densidad de población humana y no existe tendencia hacia la urbanización o transformación drástica del medio. Debido a que *Y. queretaroensis* juega un rol clave como formadora y retenedora de suelo (Magallán *et al.*, 2013), el daño a la especie y a la vegetación acompañante podría desencadenar una drástica modificación del hábitat, el cual presenta fuertes pendientes que limitan el desarrollo de suelos profundos (Bayona, 2011) y donde existen valores de erosión potencial que van de altos (50 a 200 ton/ha/año) a severos (200 a 500 ton/ha/año) (Gobierno del Estado de Querétaro, 2009).

- e) **Consecuencias indirectas de la propuesta. Describa las acciones que debería tomar la autoridad como consecuencia de la propuesta de la especie o población en cuestión. En particular:**
- a. describa la acción específica;
 - b. explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada,
 - c. si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie, explique por qué son insuficientes.

Se enumeran tres consecuencias de la propuesta y la manera en que deben abordarse para enmendar la insuficiencia de los sistemas actuales:

1. Mejoría en el sistema de gestión de la vida silvestre de México.

- El cambio de estatus de la especie dentro de la Norma la sitúa como prioritaria para impulsar o fortalecer su gestión a través del conocimiento y manejo científico, para la aplicación de recursos para su producción en UMA.
- Actualmente, la DGVS de SEMARNAT no tiene registros relacionados con UMA que manejen *Y. queretaroensis*.

2. Mejoría en el sistema de supervisión de vida silvestre de México.

- La identificación de esta especie como “En peligro de extinción”, y el conocimiento estratégico de su distribución, pueden ser de ayuda para que las autoridades competentes –SEMARNAT, PROFEPA- coordinen sus acciones para tener una vigilancia más estrecha de su zona distribución.
- No existe ningún programa que vigile la situación de las poblaciones silvestres de *Y. queretaroensis* ni la viabilidad o consecuencia de la extracción de especímenes del medio silvestre.

3. Conservación de su hábitat.

- Dentro de las ANP en donde se distribuye la especie podrían aplicarse recursos para elaborar diagnóstico actual que permita decretar zonas núcleo o santuarios específicos para la misma.
- *Y. queretaroensis* crece en los municipios de Xichú (Guanajuato), Zimapán (Hidalgo) y Cadereyta de Montes, Pinal de Amoles y San Joaquín (Querétaro). El municipio de Xichú pertenece a la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Guanajuato, decretada el 2 de febrero del 2007, con una superficie protegida de 236,882.76 has. El municipio de Pinal de Amoles, por su parte, pertenece a la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Querétaro, decretada el 19 de mayo de 1997, con una superficie protegida de 383,567.44 has. Las autoridades directivas de estas dos reservas federales, pertenecientes a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), dicen no tener registro histórico alguno acerca de acciones en contra de esta especie, ni tampoco de planes para su administración, manejo, aprovechamiento o conservación.

- f) **Análisis de costos. Identifique los costos y los grupos o sectores que incurrirían en dichos costos de ser aprobada la propuesta (por ejemplo costos de capital, de operación, de transacción, de salud, medio ambiente u otros de tipo social); señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

Costo	Grupo o sector implicado	Importancia relativa
Afectaciones a las persona de la localidad que dan uso a las partes de la planta (flores y hojas) como aprovechamiento directo para fines generalmente de subsistencia.	Comunidades locales del área de distribución de la especie en los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.	Baja.
Debilitamiento del valor de uso de la especie por los grupos locales que tradicionalmente la han empleado, con las consecuentes pérdidas de los sistemas vernáculos de manejo.	Comunidades locales del área de distribución de la especie en los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.	Media.
Costos de operación incrementados para establecer limitaciones y regular los aprovechamientos.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	Media.
Mayores necesidades de inspección y vigilancia para evitar prácticas o aprovechamientos de cualquier tipo que pudieran poner en riesgo la conservación de las poblaciones silvestres de esta especie.	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.	Media.
Concomitantemente con el punto anterior, mayor necesidad de verificación y vigilancia en puertos, aeropuertos y fronteras para evitar el traslado transfronterizo ilegal.	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.	Alta.
Requerimientos específicos para obtener autorizaciones para realizar colecta científica o con propósitos de enseñanza que demandarán mayor aplicación por parte de los solicitantes y de las autoridades otorgantes.	Dirección General de Vida Silvestre (Semarnat). Comunidad académica nacional e internacional vinculada con la colecta de flora silvestre de especies o poblaciones en riesgo, o sobre hábitat crítico.	Media.
Menor interés en invertir en la obtención legal de esta especie o sus propágulos (semillas) ante las mayores restricciones para su colecta.	Viveristas y productores de plantas nativas mexicanas a nivel nacional e internacional.	Media.
Vinculado con lo anterior, la posible disminución de los incentivos para incorporar a <i>Y. queretaroensis</i> Piña en un sistema productivo sustentable, con la pérdida de los beneficios económicos y externalidades positivas que derivarían de la accesibilidad de la especie en los mercados nacionales e internacionales.	Productores de plantas del mundo y la sociedad humana en general.	Media.
Posibles efectos emergentes que deriven en un interés pernicioso, al considerar a la especie un bien escaso y tiendan a sobrepreciarlo, disparando un mayor tráfico ilegal internacional.	Redes de tráfico ilegal, consumidores y autoridades científicas y administrativas de la CITES.	Media.
En general, riesgo de menor accesibilidad, nacional y mundial, al recurso y a sus beneficios tangibles e intangibles, lo que podría ser un elemento crucial a observar para evitar cualquier efecto contraproducente para las metas globales de la conservación vegetal.	Gobierno de México, a través de los puntos focales encargados del cumplimiento de la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, la Estrategia Global para la Conservación Vegetal, el Protocolo de Nagoya, las Metas de Aichi.	Media.

Aunque no está directamente relacionado con un análisis de costos y beneficios, es importante notar que el proyecto que derivó en esta propuesta de enmienda derivó del proyecto Magallán *et al.* 2013 financiado por la CONABIO, con un costo total de \$350,000, y desarrollado en el plazo de dos años.

g) Análisis de beneficios. Identifique beneficios y los grupos o sectores que recibirían dichos beneficios (consecuencias positivas que ocurrirían) de ser aprobada la propuesta; señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.

Beneficio	Grupo o sector implicado	Importancia relativa
Ampliar la protección legal de la especie como mecanismo de fortalecimiento para su conservación.	Sociedad mexicana y humana mundial.	Alta.
Mayor protección a esta especie y su hábitat: el matorral submontano de la Sierra Gorda mexicana.	Población local y por extensión todos los ciudadanos del país.	Media.
Priorizar y potenciar las actividades científicas que tengan como meta la reintroducción, el repoblamiento y la restauración de las poblaciones de esta Agavaceae y de su medio ambiente; así como incentivar la reproducción controlada en confinamiento para derivar de ahí programas eficaces de aprovechamiento extractivo controlado.	Dirección General de Vida Silvestre (Semarnat), usuarios actuales y potenciales de la flora y población en general. Podrían intervenir otras instituciones de gobierno como la Comisión Nacional Forestal, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; así como la academia, y las instituciones de educación superior.	Media.
Apoyar la consolidación de mecanismos para la conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de ésta y otras especies de la flora del Semidesierto Queretano-Hidalguense.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, Centro Nacional de Recursos Genéticos.	Alta.
Incentivar el aprovechamiento no extractivo mediante actividades de observación a distancia, senderismo y ecoturismo; fomentando simultáneamente la educación ambiental para la sustentabilidad regional.	Comunidades locales y autoridades de gobierno con competencias en el desarrollo regional.	Alta.
Fomentar la creación local de Unidades de Manejo para la Conservación y el Aprovechamiento de la Vida Silvestre, coadyuvando al fortalecimiento de Sistema Nacional respectivo.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de sus delegaciones estatales.	Alta.
Apuntalar la mejora del estado de conservación de la diversidad vegetal mexicana, como parte del objetivo estratégico 2 de la Estrategia Mexicana de Conservación Vegetal 2012-2030.	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONANP	Media.
Atraer inversión y sinergias para respaldar las actividades para la conservación de esta especie, provenientes del Convenio de Diversidad Biológica y sus documentos y órganos subsidiarios.	Convenio sobre Diversidad Biológica en sus puntos focales nacionales.	Media.
Cumplir con las disposiciones regulatorias de la CITES y fomentar un comercio legal y sustentable.	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CITES, TRAFFIC.	Media
Contribuir a que México siga siendo un actor con responsabilidad global, en este relevante aspecto de la conservación vegetal.	Gobierno de México y ciudadanos del país.	Alta.

h) Propuesta general de medidas de seguimiento de la especie *Y. queretaroensis* Piña (Agavaceae) aplicables para el cambio de categoría solicitado.

1. Continuar la vigilancia de las poblaciones para detectar movimientos de extracción de especímenes completos o sus partes. Fomentar estudios para ahondar en el conocimiento del ciclo de vida de esta especie y sus procesos reproductivos, reclutamiento y tasa intrínseca de crecimiento.
2. Establecer inspecciones rutinarias en los tres estados de la República mexicana donde crece naturalmente, desarrollando una estrategia de vigilancia permanente con el apoyo de la población local.
3. Establecer y mantener documentación de los permisos y movimientos de la especie, de carácter legal; y hasta donde sea posible, conocer y registrar el tráfico clandestino. Esta actividad debe ser encomendada a las delegaciones locales de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo; así mismo, reforzar la verificación y vigilancia en puertos, aeropuertos y fronteras, empleando la guía visual que produjo la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad con el Jardín Botánico Regional de Cadereyta.
4. Concordar con las oficinas de TRAFFIC (Trade Records Analysis of Fauna and Flora in Commerce) el seguimiento de los movimientos transfronterizos que se detecten de esta especie de Agavaceae. Especial atención debe prestarse a posibles triangulaciones mediante envíos vía países que son permisivos al paso de mercancía declarada como en tránsito (“inbound”).
5. Mantener una estrategia de vigilancia en el país y hacia el exterior, controlada por la autoridad Administrativa CITES de México (Dirección General de Vida Silvestre, Semarnat); y, junto con la Autoridad Científica CITES (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y la Autoridad de Observancia y Aplicación de la Ley CITES (PROFEPA, SEMARNAT).

i) Referencias de los informes y/o estudios publicados que dan fundamento teórico y sustento relativo al planteamiento que se hace sobre la especie o población.

CITES 2013. CoP16. Prop. 50. Propuesta de México para incluir a *Yucca queretaroensis* en el Apéndice II de la CITES. En: <http://www.cites.org/esp/cop/16/prop/S-CoP16-Prop-50.pdf>.

García Mendoza, A.J. 2003. *Yucca queretaroensis*. Revisión de las Agavaceae (sensu stricto), Crassulaceae y Liliaceae incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W020. México D.F. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Yuccaqueretaroensis00.pdf>

Magallán-Hernández, F., B. Maruri-Aguilar, E. Sánchez-Martínez, L. Hernández-Sandoval, M. Robledo-Mejía y M. M. Hernández-Martínez. 2013. Evaluación del estado de conservación, uso y amenazas de *Y. queretaroensis* Piña (Agavaceae) y la pertinencia

de incluirla en los Apéndices de la CITES. Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Querétaro. CONCYTEQ. Informe final. CONABIO proyecto JE005. México.

j) Ficha resumen de la información anterior:

Nombre de la especie:	<i>Yucca queretaroensis</i> Piña (1989)												
Categoría propuesta:	'En peligro de extinción' (P)												
Distribución propuesta:	'Endémica'												
Diagnóstico:	Especie microendémica de la zona semiárida Querétaro-Hidalguense. Sus poblaciones silvestres son pequeñas y fragmentadas, con alta vulnerabilidad por factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los intrínsecos destacan un bajo éxito reproductivo por vía sexual, baja tasa de crecimiento, tiempo de generación largo, hábitat y polinización especializados. A su vez, los factores extrínsecos se refieren principalmente a dos: a) la falta de protección, control y manejo de la especie por parte de las autoridades mexicanas pertinentes; y b) la extracción de individuos maduros para fines de comercio internacional, misma que merma el reclutamiento por vía sexual de las poblaciones silvestres.												
Resumen de la evaluación de la especie bajo el método de evaluación del riesgo de extinción de plantas en México (Anexo Normativo II; NOM-059-SEMARNAT-2010)													
<table border="1"> <thead> <tr> <th> criterio</th> <th> Puntos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A: Distribución</td> <td>7/11</td> </tr> <tr> <td>B: Hábitat</td> <td>6/9</td> </tr> <tr> <td>C: Vulnerabilidad</td> <td>10/23</td> </tr> <tr> <td>D: Impacto</td> <td>3/10</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>2.0376</td> </tr> </tbody> </table>		criterio	Puntos	A: Distribución	7/11	B: Hábitat	6/9	C: Vulnerabilidad	10/23	D: Impacto	3/10	Total	2.0376
criterio	Puntos												
A: Distribución	7/11												
B: Hábitat	6/9												
C: Vulnerabilidad	10/23												
D: Impacto	3/10												
Total	2.0376												

5.7.5. Aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas del Anexo Normativo II de la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación se presenta la evaluación del riesgo de extinción de *Y. queretaroensis* Piña, de acuerdo a los criterios que establece el Método de evaluación de riesgo de plantas en México (MER), el cual forma parte de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) en su anexo normativo II. La evaluación se basa en la información presentada en el informe final de proyecto JE005 "Evaluación del estado de conservación, uso y amenazas de *Y. queretaroensis* Piña (Agavaceae) y la pertinencia de incluirla en los Apéndices de la CITES", (Financiado por la CONABIO). La evaluación se presenta siguiendo el orden establecido en el anexo II normativo (SEMARNAT, 2010), indicando para cada clasificación los comentarios con respecto a los métodos y/o justificación llevados a cabo para asignarla.

I. ÍNDICE DE RAREZA

CRITERIO A. Características de la distribución geográfica.

1) Extensión de la distribución = 3

El área de distribución de *Y. queretaroensis* ocupa más de 1 km² y menos 1% del Territorio Nacional.

Comentarios: Los cálculos de área de ocupación (AO) y extensión de área de ocupación (EAO), así como los mapas correspondientes se llevaron a cabo usando el programa ArcGIS versión 10 (ESRI, 2011), siguiendo los criterios establecidos por el MER (SEMARNAT, 2010) y la IUCN (2001) y usando como referencia los cálculos hechos por Feria-Arroyo *et al.* (2010). Se utilizó un sistema de referencia en UTM con *datum* WGS84. Para calcular el AO de *Y. queretaroensis*, que se refiere a el área de presencia de la especie, se superpuso una cuadrícula de 1 x 1 km en su área de distribución (**Figura 18**), observando que la especie ocupa 41 cuadrículas (AO=41 km²) (

Figura 20. Extensión de área de ocupación (EAO¹) de *Y. queretaroensis*, considerando dos polígonos.

Cuadro 10). La EAO se calculó obteniendo el polígono mínimo convexo (**Figura 19**) que incluyera a todos los sitios de distribución conocidos de la especie (EAO=1,314.75 km²) (**Figura 20.** Extensión de área de ocupación (EAO¹) de *Y. queretaroensis*, considerando dos polígonos.

Cuadro 10). Finalmente, considerando la distribución discontinua de *Y. queretaroensis* en dos fragmentos y las características de su hábitat, se llevó a cabo un segundo cálculo de EAO, obteniendo dos polígonos (**Figura 20**) que incluyeran a todos los sitios de distribución conocidos de la especie (EAO¹=607.64 km²) (

EAO¹: Extensión del área de ocupación considerando dos polígonos.

Figura 20. Extensión de área de ocupación (EAO¹) de *Y. queretaroensis*, considerando dos polígonos.

Cuadro 10). Para las tres áreas calculadas se obtuvo el porcentaje en el territorio mexicano con base en la superficie de 1,964,375 km² (www.inegi.org.mx) (

Figura 20. Extensión de área de ocupación (EAO¹) de *Y. queretaroensis*, considerando dos polígonos.

Cuadro 10).

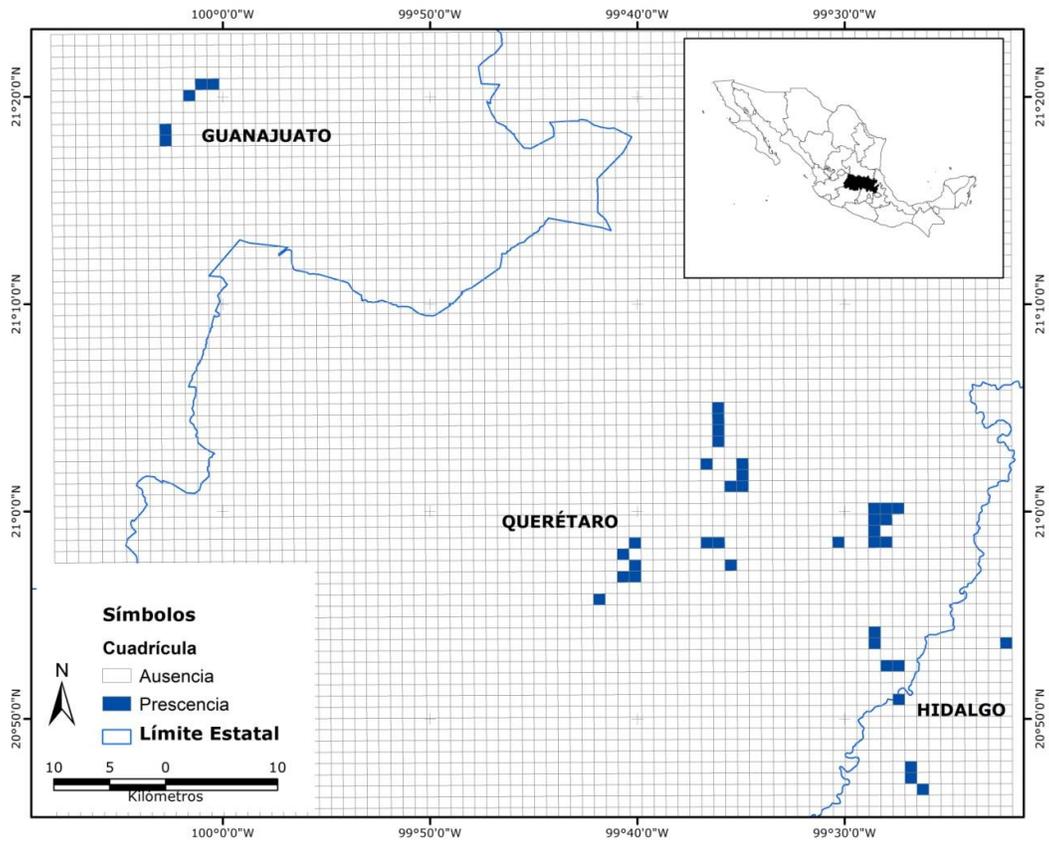


Figura 18. Área de ocupación (AO) de *Y. queretaroensis*, considerando cuadrantes de 1 x 1 km.

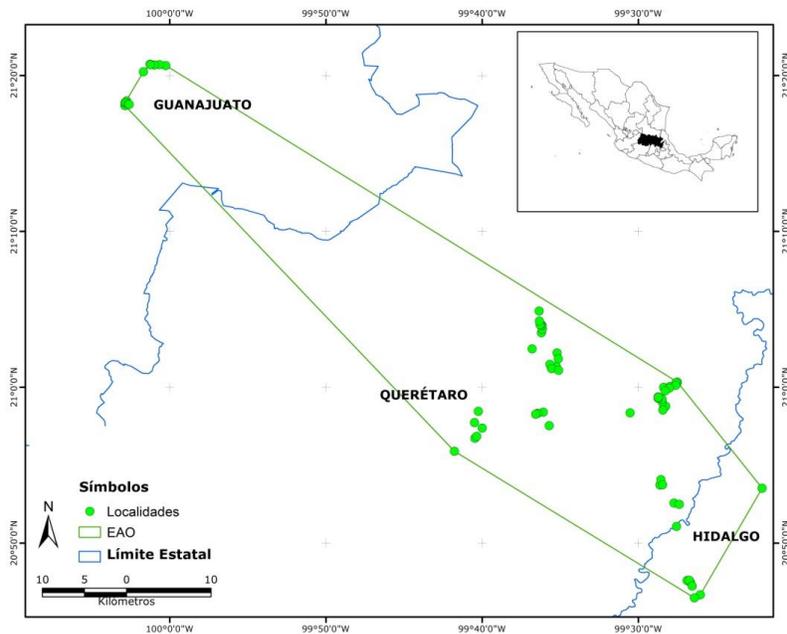


Figura 19. Extensión de área de ocupación (EAO) de *Y. queretaroensis*, considerando un polígono continuo.

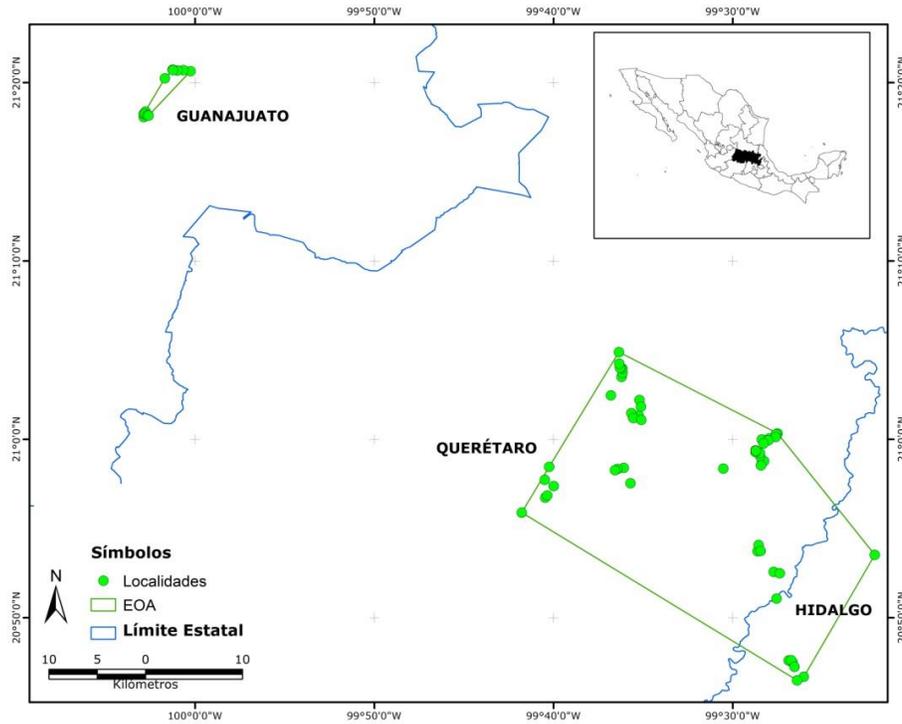


Figura 20. Extensión de área de ocupación (EAO¹) de *Y. queretaroensis*, considerando dos polígonos.

Cuadro 10. Cálculos de área de ocupación (AO) y extensión de área de ocupación (EAO y EAO¹) para *Y. queretaroensis*.

Especie	AO (km ²)	AO (%)	EAO (km ²)	EAO (%)	EAO ¹ (km ²)	EAO ¹ (%)
<i>Y. queretaroensis</i>	41	0.0020	1,314.75	0.0669	607.64	0.0309

AO= Área de ocupación
 EAO= Extensión de área de ocupación (1 polígono).
 EAO¹= Extensión de área de ocupación (2 polígonos).
 Territorio mexicano= 1, 964,375 km².

Se observa que en las tres estimaciones llevadas a cabo (AO, EAO y EAO¹), *Y. queretaroensis* ocupa más de 1 km² y menos del 1% del territorio nacional.

2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes = 1

Se observan 15 localidades discernibles en un mapa de México escala 1: 4 000 000.

Comentarios: Para elaborar el mapa se usó el programa ArcGIS versión 10 (ESRI, 2011) siguiendo los criterios establecidos por el MER (SEMARNAT, 2010) y la IUCN (2001). Al introducir las 66 localidades de registro de *Y. queretaroensis* en un mapa de México escala 1: 4 000 000 con puntos de 3 mm de diámetro, únicamente se observan 15 localidades o subpoblaciones de la especie.

3) Número de provincias biogeográficas = 3

Y. queretaroensis se ubica principalmente en una provincia biogeográfica.

Comentarios: Para elaborar el mapa se usó el programa ArcGIS versión 10 (ESRI, 2011), siguiendo los criterios establecidos por el MER (SEMARNAT, 2010) y teniendo como base el mapa de provincias biogeográficas de México, escala 1:4 000 000 (CONABIO, 1997). De acuerdo al mapa de provincias biogeográficas de México (CONABIO, 1997), se observa que *Y. queretaroensis* se encuentra principalmente en la provincia denominada “Altiplano Sur (Zacatecano-potosino)” y en los límites de la provincia “Sierra Madre Oriental” (**Figura 21**). Sin embargo, consideramos que esta apreciación se debe a la escala del mapa, ya que la información de campo recopilada y las características de los ecosistemas en los que se encuentra la especie indican que se ubica principalmente en la provincia de la Sierra Madre Oriental (CONABIO, 1997).

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano = 0

La distribución de *Y. queretaroensis* no es periférica o extralimital.

Comentarios: *Y. queretaroensis* es una especie endémica del centro de México; incluso podría considerarse como microendémica (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2012) ya que se calcula que tiene una superficie real de ocupación de 2.01 km²; esta superficie se estimó usando la información sobre la distribución potencial de la especie con el algoritmo MAXENT y análisis preliminares de su densidad poblacional (Magallán *et al.*, 2012b).

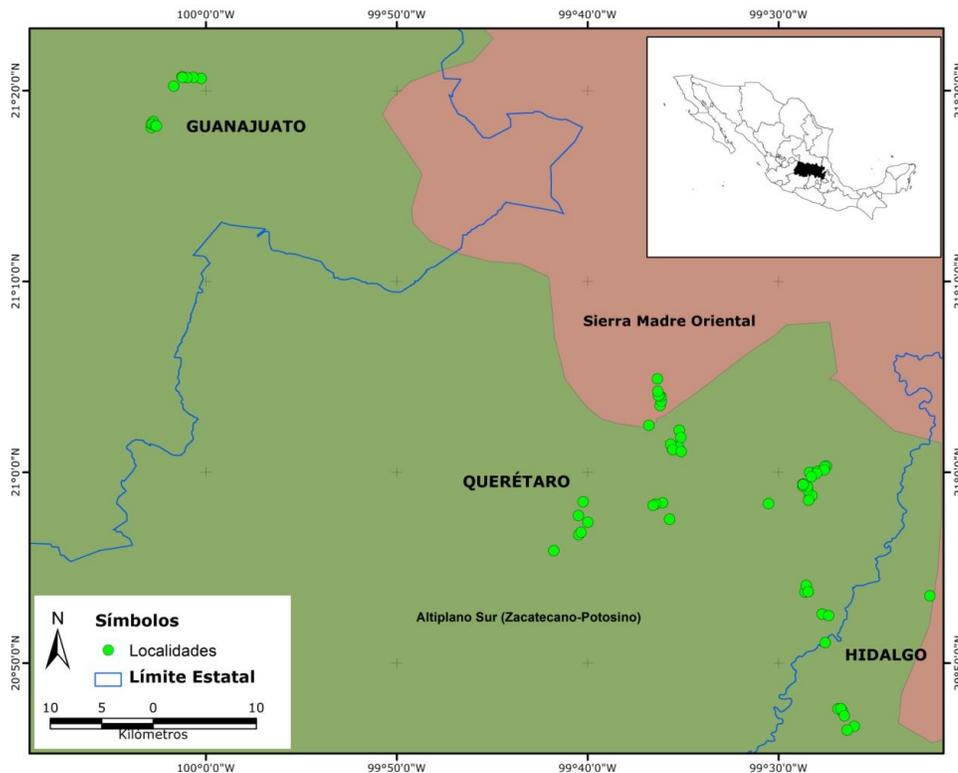


Figura 21. Provincias biogeográficas en las que se encuentra *Y. queretaroensis* (CONABIO, 1997). Escala 1: 400 000.

CRITERIO B. Características del hábitat.

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta? = 3

Y. queretaroensis únicamente se encuentra en matorral xerófilo.

Comentarios: Para elaborar el mapa se usó el programa ArcGIS versión 10 (ESRI, 2011), siguiendo los criterios establecidos por el MER (SEMARNAT, 2010) y teniendo como base el mapa Vegetación Potencial de Rzedowski (1990) escala 1:4 000 000. De acuerdo a el mapa de vegetación potencial (Rzedowski, 1990) *Y. queretaroensis* se encuentra en vegetación de Matorral xerófilo y en Bosque de coníferas y encinos (**Figura 22**). Sin embargo, consideramos que esta apreciación se debe a la escala del mapa, ya que la información de campo muestra claramente que la especie únicamente se encuentra en vegetación de matorral xerófilo, específicamente en matorral submontano.

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado? = 1

Y. queretaroensis sí presenta un hábitat especializado.

Comentarios: La especie sólo se encuentra en laderas de cañones, fuertemente asociada a escurrimientos de agua temporales o permanentes; en rocas del mesozoico de tipo calizalutita, preferentemente en altitudes de 1000-1340 msnm y vegetación de matorral submontano (Zamudio *et al.*, 1992). Se ubica preferentemente en terrenos con orientación N-NW, pendientes de 40-70°, suelos arenosos y poco profundos, con pedregosidad media, cobertura vegetal baja y en terrenos en forma de terrazas o con inclinación uniforme.

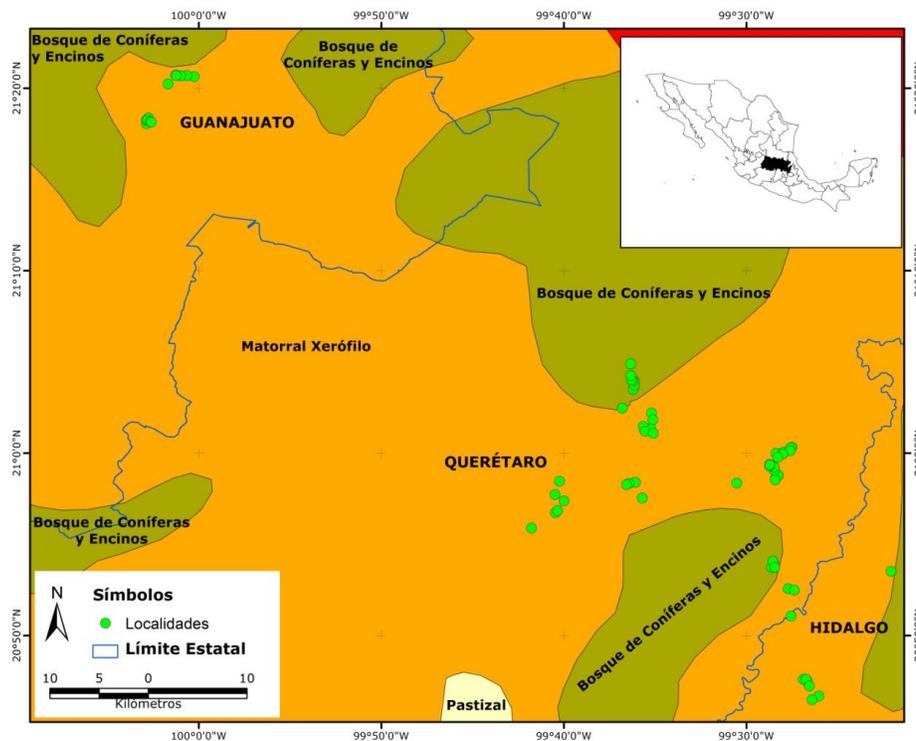


Figura 22. Vegetación en la que se encuentra *Y. queretaroensis* (Rzedowski, 1990). Escala 1: 400 000.

3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario? = 0

Y. queretaroensis se encuentra en hábitats con niveles intermedios de disturbio.

Comentarios: Los resultados cuantitativos del nivel de disturbio en tres localidades estudiadas, con el método de Martorell y Peters (2005) muestra que *Y. queretaroensis* se encuentra generalmente en hábitats con disturbio intermedio. Sin embargo, esta es una muestra de todas las localidades de la especie.

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión? = 0

No se ha observado alguna asociación de este tipo para *Y. queretaroensis*.

Comentarios: Los resultados finales de la investigación no indican que *Y. queretaroensis* requiera de algún régimen de perturbación o esté asociada a alguna etapa de sucesión.

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón = 2

El intervalo altitudinal de *Y. queretaroensis* es de 200 m - <500 m

Comentarios: El 82% de los sitios de distribución de *Y. queretaroensis* se ubican entre los 1,014 y 1,505 msnm, por lo que el intervalo altitudinal es de 491 m.

CRITERIO C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.

C-1. Demografía.

1) Número total de individuos = 1

Se estima que la población de *Y. queretaroensis* es de 36,180 genets. *Y. queretaroensis* es una especie de naturaleza clonal, cuyos individuos, se definen en esta evaluación como "genets", se componen de un conjunto de tallos -"ramets"- que tienen la capacidad de sobrevivir por sí mismos cuando se separan unos de otros. El término genet se usa para diferenciar a los individuos fisiológicos, y se emplea en forma laxa, dado que no es posible determinar si los ramets, que se encuentran separados, en realidad forman parte de un mismo genet.

Comentarios: Los análisis finales de densidad poblacional, el modelo de distribución potencial MAXENT y el tamaño de píxeles, se calcula que existen aproximadamente 36,180 genets en su hábitat natural.

2) Reclutamiento = 4

Hay observaciones de la ausencia de reclutamiento en todas las poblaciones.

Comentarios: Los resultados de la evaluación poblacional indican que no existe reclutamiento, resultado de dos años de estudio.

a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción? = 0

No existe evidencia.

Comentarios: La información de campo recopilada a través de dos años de estudio no permite tener alguna evidencia en este sentido.

b) ¿Hay clonalidad? = 0

Si hay clonalidad.

Comentarios: Se considera que existe clonalidad cuando las plantas producen "ramets" que son unidades potencialmente independientes y genéticamente idénticas a la planta

progenitora (Carrillo-Angeles y Mandujano, 2011). De acuerdo a este concepto, *Y. queretaroensis* es una especie clonal.

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país? = 0

No existe evidencia.

Comentarios: Los resultados finales del proyecto, no dan evidencia en este sentido.

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad? = 0

No existe evidencia.

Comentarios: La especie presenta baja fecundidad, pero no se sabe el nivel de variabilidad de la misma.

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles? = 0

La especie es dicógama.

Comentarios: Las características florales morfológicas y fisiológicas, indican que se trata de una especie en la que se favorece la reproducción cruzada. Cabe mencionar que su floración no es anual y requiere de un polinizador específico, por lo que presenta un bajo éxito reproductivo.

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria? = 1

La floración es sincrónica.

Comentarios: en las poblaciones naturales de la especie, la floración es sincrónica y frecuentemente se pueden observar dos ramets (rosetas) de un mismo individuo floreciendo al mismo tiempo, si los polinizadores transportan polen entre las inflorescencias de estos ramets, también puede existir geitonogamia.

g) ¿El taxón produce pocos propágulos? = 1

Sí produce pocos propágulos.

Comentarios: Los resultados de los muestreos poblacionales de *Y. queretaroensis* muestran la presencia de ramets en el 40% de los individuos con un promedio de 2.29 ramets por planta progenitora (no se tienen referencias de esta información para otros miembros de su linaje).

C-2. Genética

1) **Variación molecular (heterocigosis) = No se evaluó.**

2) **Estructura genética molecular = No se evaluó.**

3) **Cantidad de variación genética = No se evaluó.**

4) **Nivel de diferenciación entre poblaciones = 1**

Alta

Comentarios: No se cuenta con estudios de marcadores moleculares que muestren el nivel de diferenciación genética entre poblaciones de *Y. queretaroensis*. Sin embargo, la teoría de genética de poblaciones indica que probablemente exista alta diferenciación genética entre poblaciones. Las bases teóricas de genética de poblaciones sugieren que especies con distribución restringida y poblaciones fragmentadas, así como reproducción clonal, entre otras características, presentan niveles altos de diferenciación genética, en relación con aquellas especies con características opuestas (Hedrick, 2000). Por otro lado, sí se observó variación morfológica en las hojas de la especie entre las poblaciones estudiadas, aunque no se llevaron a cabo pruebas estadísticas para comprobarla.

C-3. Interacciones bióticas especializadas.

1) ¿El taxón requiere una “nodriza” para su establecimiento? = 0

No

Comentarios: No se ha observado que las plántulas clonales requieran de nodriza para su establecimiento, aunque sí necesitan de la sombra y nutrientes que la misma planta madre les provee. No se observaron plántulas provenientes de semilla en campo.

2) ¿El taxón requiere un hospedero o forofito específico? = 0

No

Comentarios: No presenta este tipo de interacción.

3) ¿El taxón requiere un polinizador específico? = 1

Sí.

Comentarios: La determinación taxonómica del polinizador de *Y. queretaroensis*, indica que se trata de una especie del género *Tegeticula* (Familia Prodoxidae). A pesar de que se conoce que las palomillas de este género son las principales polinizadoras de las yucas, también se ha registrado que existen polinizadores de otros géneros (*Parategeticula* y *Prodoxus*), por lo que la determinación del género de las palomillas colectadas en *Y. queretaroensis* constituye un avance notable en los estudios de polinización de la especie.

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico? = 1

Las observaciones en campo indican que sí necesita un dispersor específico.

Comentarios: Aunque no se tienen estudios específicos sobre su dispersor, si se ha observado que los frutos caen en la base de las plantas madres y debido a que son indehiscentes, seguramente necesitan un dispersor específico. Para otras especies de *Yucca*, se sabe que sus principales dispersores son roedores de los que almacenan en sus madrigueras (Vander Wall *et al.*, 2006).

5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada? = 0

No presenta mirmecofilia.

Comentarios: No presenta este tipo de interacción.

6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza? = 0

No existe evidencia.

Comentarios: No se obtuvo esta información en el proyecto.

7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos? = 0

No existe evidencia.

Comentarios: La información final no permite tener alguna evidencia al respecto.

II. INDICE DE IMPACTO ANTROPOGENICO

CRITERIO D. Impacto de la actividad humana.

1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat? = 0

No le afecta o no se sabe.

Comentarios: Se observó que es posible que la especie sobreviva en hábitats con nivel intermedio de disturbio.

2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón? = 1

El impacto es moderado y sólo afecta algunas poblaciones

Comentarios: El hábitat de *Y. queretaroensis* se encuentra en general en nivel intermedio de conservación. Debido a que se trata de un hábitat con pendientes muy pronunciadas, no existe tendencia hacia la urbanización y por encontrarse en zonas con poca densidad de población humana, no existen tendencias de transformación drástica del mismo. De manera natural, es un hábitat susceptible de erosión por las características del suelo y de la pendiente y la tendencia a erosionarse se incrementa por la actividad pecuaria caprina.

3) ¿Existe evidencia que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo? = 0

No existe evidencia

Comentarios: No existe evidencia en este sentido y debido a las características propias del hábitat no se prevé un cambio drástico en el uso de suelo.

4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón? = 2

El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones.

Comentarios: El principal impacto del uso de *Y. queretaroensis* a nivel local, es el uso de sus flores para la elaboración de comida regional. El 10% de los encuestados indican haber usado la especie con este fin, aunque podría considerarse un porcentaje bajo, es necesario tomar en cuenta que se trata de una especie con baja incidencia de floración. A nivel internacional, existe evidencia de que individuos maduros de la especie se están ofertando en algunos viveros de Europa como planta ornamental. La extracción de plantas maduras de sus poblaciones silvestres, podría estar reduciendo el contingente reproductor de una especie que se estima es biológicamente rara.

5) ¿Es cultivado o propagado ex situ? = 0

No.

Comentarios: No existe en México reproducción artificial controlada para esta especie. Algunos jardines botánicos del centro del país han realizado intentos para su propagación. El Jardín Botánico Regional de Cadereyta inició, a partir del 2011, esfuerzos para consolidar protocolos de propagación por vía sexual, semilla e *in vitro*. A nivel internacional existen algunos viveros que en los últimos años (2008-2009), reproducen *Y. queretaroensis* por medio

de semilla, y uno de ellos emplea la micropropagación; sin embargo ninguno de ellos ha explicado el origen de su material. Los viveros que han propagado la especie por medio de semilla son: Plant Delights Nursery (EUA), T & J Palms and Yucca's (Países Bajos), Kraut & Ruam (Alemania) y Peckerwood Garden (EUA). El vivero que emplea la propagación *in vitro* es Succulent Tissue Culture (Países Bajos).

- **Resumen de la evaluación de riesgo de extinción de *Y. queretaroensis* Piña**

Se presenta un resumen (Cuadro 11) de la evaluación final de *Y. queretaroensis* de acuerdo a los criterios establecidos en el Método de evaluación de riesgo de plantas en México (MER). Asimismo, se presentan la sumatoria y subtotales de cada criterio para reconocer la categoría de riesgo de la especie (

Cuadro 12).

Cuadro 11. Resumen de la evaluación preliminar de riesgo de plantas en México (MER) para *Y. queretaroensis*.

I. INDICE DE RAREZA	Evaluación
CRITERIO A. Características de la distribución geográfica.	
1) Extensión de la distribución	3
2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes	1
3) Número de provincias biogeográficas	3
4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano	0
Σ	7
CRITERIO B. Características del hábitat.	
1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta?	3
2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?	1
3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario?	0
4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión?	0
5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón	2
Σ	6
CRITERIO C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.	
C-1. Demografía.	
1) Número total de individuos	1
2) Reclutamiento	4
a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción?	0
b) ¿Hay clonalidad?	0
c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?	0
d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad?	0
e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?	0
f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?	1
g) ¿El taxón produce pocos propágulos?	1
C-2. Genética	
1) Variación molecular (heterocigosis).	No se evaluó.
2) Estructura genética molecular.	No se evaluó.
3) Cantidad de variación genética.	No se evaluó.

4) Nivel de diferenciación entre poblaciones.	1
C-3. Interacciones bióticas especializadas.	
1) ¿El taxón requiere una “nodriza” para su establecimiento?	0
2) ¿El taxón requiere un hospedero o forofito específico?	0
3) ¿El taxón requiere un polinizador específico?	1
4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?	1
5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada?	0
6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza?	0
7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos?	0
Σ	10
II. INDICE DE IMPACTO ANTROPOGENICO	
Criterio D. Impacto de la actividad humana	
1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat?	0
2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón?	1
3) ¿Existe evidencia que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo?	0
4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón?	2
5) ¿El es cultivado o propagado ex situ?	0
Σ	3

Cuadro 12. Subtotales y puntaje final obtenido en la evaluación preliminar de riesgo de plantas en México (MER) para *Y. queretaroensis*.

CRITERIOS MER	Σ Puntos	Subtotal
CRITERIO A. Características de la distribución geográfica.	7/11	0.6363
CRITERIO B. Características del hábitat.	6/9	0.6666
CRITERIO C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.	10/23	0.4347
CRITERIO D. Impacto de la actividad humana	3/10	0.3000
Σ		2.0376

La evaluación preliminar de riesgo de *Y. queretaroensis* indica un puntaje de 2.0376 que muestra que se trata de una especie en peligro de extinción (P).

- **Comentarios finales.**

La presente evaluación del riesgo de extinción a través del MER (SEMARNAT, 2010) propone cambiar el *estatus* de riesgo de *Y. queretaroensis* de “sujeta a protección especial” (Pr) a “en peligro de extinción” (P). Se recomienda también añadir al *estatus* de esta especie su naturaleza endémica. Fue posible llevar a cabo esta evaluación debido a que el conocimiento de la especie aumentó considerablemente por el desarrollo del proyecto “Evaluación del estado de conservación, uso y amenazas de *Y. queretaroensis* Piña (Agavaceae) y la pertinencia de incluirla en los Apéndices de la CITES”, financiado por la CONABIO (JE005). Cabe notar el hueco de información en referencia a la genética de la planta, dispersión y germinación en campo, misma que podrá suplirse a través de estudios adicionales en esta materia.

Referencias bibliográficas

- Bayona, A. 2011. Los suelos del Estado en Querétaro (Inédito).
- Calvo, R. N., Horvitz, C. C. 1999. Pollinator limitation cost of reproduction, and fitness in plants: a transition-matrix demographic approach. *The American Naturalist* **136**(4):499-516.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* **39**:388- 394.
- Carrillo-Ángeles, I. y M. Mandujano. 2011. Patrones de distribución espacial en plantas clonales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **89**: 1-18.
- CITES 2013. CoP16. Prop. 50. Propuesta de México para incluir a *Yucca queretaroensis* en el Apéndice II de la CITES. En: <http://www.cites.org/esp/cop/16/prop/S-CoP16-Prop-50.pdf>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Catálogo de metadatos geográficos. Mapa de Provincias biogeográficas de México, escala 1:4 000 000, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rbiog4mgw.xml>
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Feria-Arroyo, T., E. Solano y A. García-Mendoza. 2010. Reevaluación del riesgo de extinción de cinco especies del género *Polianthes* L. (Agavaceae). *Acta Botánica Mexicana* **92**: 11-28.
- Flores-Hernández, A., J. Hernández-Herrera, H. Madinaveitia-Ríos, L. Valenzuela-Núñez, B. Murillo-Amador, E. Rueda-Puente, J. García y H. Ortiz-Cano. 2011. Evaluación de la población natural y hábitat de Palma Azul (*Yucca rigida*) en Mapimí, Durango, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* **14**(1): 315-321.
- Garibaldi, A. and N. Turner. 2004. Cultural keystone species: implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society* **9**(3):1.
- GEQ. 2002a. Gobierno del Estado de Querétaro. Unidades Geomorfológicas. Escala 1:50,000. Cobertura digital.
- GEQ. 2002b. Gobierno del Estado de Querétaro. Carta de Climas (Tipos de clima, isoyetas e isotermas). Escala 1:250,000. Cobertura digital.
- Gobierno del Estado de Querétaro. 2009. Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro. La Sombra de Arteaga, Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro. Tomo CXLII, Número 24.
- Hedrick, P. 2000. Genetics of Populations. Jones & Barlett Publ. Sudbury, MA.

- Hernández, H. y C. Gómez-Hinostrosa. 2012. What phytogeography can tell us about conservation of Mexican Cacti. En: Programa y resúmenes del 32° Congreso de la Organización Internacional para el Estudio de las Plantas Suculentas. La Habana, Cuba.
- Hernández, M. y A. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las Cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* **26**: 33-52.
- Hochstätter, F. 2004. Yuca III (Agavaceae) México. Fritz Hochstätter, Germany. 302 p.
- Hochstätter, F. 2008. *Yucca* news. *Cactus World* **26**(4):233-236.
- Humphrey R.R. and A. B Humphrey. 1990. *Idria columnaris*: age determined by growth rate. *Desert plants* **10**:51-54.
- INEGI. 1985a. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales Escala 1:250,000 Serie I, Continuo Nacional.
- INEGI. 1985b. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Conjunto de Datos Edafológicos Vectoriales Escala 1:250,000 Serie I, Continuo Nacional.
- Landscape Resource, a site for California Landscape community, 2012. <http://www.landscaperesource.com/site-features#feature1> (24 de julio de 2012).
- Magallán-Hernández, F., B. Maruri-Aguilar, E. Sánchez-Martínez, L. Hernández-Sandoval, M. Robledo-Mejía y M. Hernández-Martínez. 2012. Evaluación del estado de conservación, uso y amenazas de *Y. queretaroensis* Piña (Agavaceae) y la pertinencia de incluirla en los Apéndices de la CITES. Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Querétaro. CONCYTEQ. Cuarto informe parcial. CONABIO proyecto JE005. México.
- Magallán-Hernández, F., B. Maruri-Aguilar, E. Sánchez-Martínez, L. Hernández-Sandoval, M. Robledo-Mejía y M. Hernández-Martínez. 2013. Evaluación del estado de conservación, uso y amenazas de *Y. queretaroensis* Piña (Agavaceae) y la pertinencia de incluirla en los Apéndices de la CITES. Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Querétaro. CONCYTEQ. Informe final. CONABIO proyecto JE005. México.
- Mandujano, M., I. Verhulst, A. Carrillo y J. Golubov. 2007. Population dynamics of *Ariocarpus scaphirostris* Bödeker (Cactaceae): evaluating the status of a threatened species. *Int. J. Plant Sci.* **168**(7):1035-1044.
- Martorell, C. y E. M. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation* **124**:199-207.
- Mills, L., M. Soulé y D. Doak. 1993. The keystone species concept in ecology and conservation. *BioScience* **43**: 219-224.

- Ocaña, D., F. Magallán, B. Maruri. y M. Camarena. 2012. Distribución potencial de *Yucca queretaroensis* mediante el algoritmo de Máxima Entropía, a escala 1:1'000,000 para México. En: Magallán-Hernández, F., B. Maruri-Aguilar, E. Sánchez-Martínez, L. Hernández-Sandoval, M. Robledo-Mejía y M. Hernández-Martínez. 2012. Evaluación del estado de conservación, uso y amenazas de *Yucca queretaroensis* Piña (Agavaceae) y la pertinencia de incluirla en los Apéndices de la CITES. Jardín Botánico Regional de Cadereyta. CONCYTEQ. Segundo informe parcial CONABIO proyecto JE005. Cadereyta, Querétaro.
- PC18 Doc. 21.1. 2009. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres. Decimoctava reunión del Comité de Flora. Buenos Aires (Argentina).
- Pellmyr O., L. Massey, J. Hamrick and M. Feist. 1997. Genetic consequences of specialization: yucca moth behavior and self-pollination in yuccas. *Oecologia* **109**:273-278.
- Pellmyr, O., K. Segraves, D. Althoff, M. Balcázar-Lara and J. Leebens-Mack. 2007. The phylogeny of yuccas. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **43**:493-501.
- Pellmyr, O., M. Balcázar-Lara, K. Segraves, D. Althoff and R. Littlefield. 2008. Phylogeny of the pollinating yucca moths, with revision of Mexican species (*Tegeticula* and *Parategeticula*; Lepidoptera, Prodoxidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* **152**:297–314.
- Pérez, M. 2001. Prólogo. En: Rendón, A., S. Rebollar, J. Caballero y M. Martínez (Eds.). Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI. 1ª edición. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 315 p.
- Piña, I. 1989. Una nueva especie del género *Yucca* (Agavaceae). *Cact. Suc. Mex.* **34** (3): 51-56.
- Rob's plants. 2012. <http://www.robsplants.com/> (24 de julio, 2012).
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación Potencial IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4'000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/vpr4mgw.xml>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (DOF), 30-12-2010.
- Smith, C., O. Pellmyr, D. Althoff, M. Balcázar-Lara, J. Leebens-Mack and K. Segraves. 2008. Pattern and timing of diversification in *Yucca* (Agavaceae): specialized pollination does not escalate rates of diversification. *Proceedings of the royal society* **275**:249-258.

StatPoint Technologies, Inc. 2010. Statgraphics Centurion, XVI Release. StatPoint Technologies, Inc. Warrenton, Virginia.

UICN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).

Vander Wall, S., T. Esque, D. Haines, M. Garnett and B. Waitman. 2006. Joshua tree (*Yucca brevifolia*) seeds are dispersed by seed-caching rodents. *Écoscience* **13**(4):539-543.

Zamudio, S., J. Rzedowski, E. Carranza y G. Calderón. 1992. La vegetación en el estado de Querétaro. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional Bajío. Talleres Gráficos de Gobierno del Estado. Querétaro. México. 92 p.