



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**“Distribución y Etnobotánica de Echinocactus
Platyacanthus Link & Otto (Cactaceae) en el Valle
del Mezquital.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

PRESENTA

CLAUDIA NAYELI RUIZ BARRERA



**DIRECTORA DE TESIS:
M EN C. BALBINA VÁZQUEZ BENÍTEZ**

México, D. F., noviembre 2012.

DEDICATORIA

A ti hijo por ser mi motor para seguir adelante, por llenar mi vida con tus risas, tu alegría y tu amor, gracias por existir Santi.

A mi esposo Eduardo, porque fuiste parte importante en este proyecto y porque eres coautor del proyecto de vida que estamos iniciando, gracias amor.

A mis padres por darme las herramientas para salir adelante y apoyarme en todos mis proyectos y locuras, por ser mi mejor ejemplo, por su amor, sus consejos y su apoyo incondicional, por hacer de mi el ser humano que soy, y darme la mejor armadura, el conocimiento, los amo.

A mis hermas Tanis y Gaby, porque ser más que hermanas, mis amigas; por compartir conmigo juegos, risas, lágrimas, porque sé que si caigo siempre estarán ahí para ayudarme a levantarme y seguir caminando juntas, gracias por ser parte de mi historia.

A mi tía Rosy, gracias por tu cariño, tus consejos y tu apoyo para seguir adelante con mis sueños, te quiero.

A mi familia, que siempre han estado apoyándome y dándome confianza para seguir adelante y alcanzar mis sueños, cumplir mis metas y concluir mis estudios, muchas gracias.

A esos seres que se convierten en compañeros de vida por convicción y decisión propia, por ser parte y por seguir siendo parte de esta historia que se llama vida, gracias amigos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme las puertas y darme una formación profesional.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y sus profesores por el conocimiento compartido y las herramientas para continuar este camino.

A mi directora de tesis M en C. Balbina Vázquez Benítez, por compartir conmigo su entusiasmo y amor por esta profesión, por apoyarme en todo momento y no dejar que abandonara este hermoso proyecto.

A mis sinodales, Dr. Arcadio Monroy Mata, Dra. Rosalva García Sánchez, Dr. Carlos Castillejos Cruz y Biól. Juan Romero Arredondo, por sus aportaciones y oportunos comentarios, que enriquecieron este trabajo.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
I. RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Descripción botánica de <i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	6
2.2. Distribución de <i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	7
2.3. Aspectos etnobotánicos de <i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	7
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
3.1. Geología	10
3.2. Hidrología	11
3.3. Climatología	11
3.4. Orografía	12
3.5. Suelo	13
3.6. Vegetación	13
3.7. Fauna	14
4. HIPÓTESIS	15
5. OBJETIVOS	15
5.1. Objetivo general	15
5.2. Objetivos particulares	15
6. MATERIAL Y MÉTODOS	
6.1. Distribución geográfica y ecológica	16
6.2. Parámetros ecológicos y demográficos	16
6.3. Viabilidad y germinación	17
6.4. Etnobotánica	19
6.5. Propuestas para el manejo y conservación de la especie	19
7. RESULTADOS	

7.1. Distribución geográfica y ecológica.	20
7.2. Parámetros ecológicos y demográficos.	22
7.3. Viabilidad y germinación.	28
7.4. Etnobotánica.	30
7.5. Propuestas para el manejo y conservación de la especie.	32
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
9. CONCLUSIONES	39
10. REFERENCIAS	40
APÉNDICE I: Cuestionario guía para entrevistas.	45
APÉNDICE II: Cuadro de censo.	46

I. ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Teocómitl (Tomada de Bravo – Hollins, 1978).	8
2. Ubicación geográfica del Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo.	10
3. Localidades visitadas donde se distribuye <i>Echinocactus platyacanthus</i> (Imagen obtenida de Google Earth, 2012).	21
4. Estructura por tamaños de las poblaciones muestreadas de <i>Echinocactus platyacanthus</i> en el Valle del Mezquital, Hidalgo.	24
5. Correlación entre variables.	25
6. Sitio de muestreo en El Cardonal. Un mes después del muestreo.	26
7. Distribución de los organismos en las poblaciones muestreadas en el Valle del Mezquital, Hidalgo.	27
8. Germinación acumulada de semillas de <i>Echinocactus platyacanthus</i> .	28
9. Análisis LSD de Fisher.	29
10. Crecimiento de las plántulas de <i>Echinocactus platyacanthus</i> .	30

II. ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Localidades visitadas en el Valle del Mezquital, Hidalgo.	20
2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de <i>Echinocactus platyacanthus</i> en el Valle del Mezquital, Hidalgo.	22
3. Características ecológicas de los sitios de muestreo de <i>Echinocactus platyacanthus</i> en el Valle del Mezquital, Hidalgo.	22
4. Densidad poblacional para las localidades del Valle del Mezquital, Hidalgo.	23
5. Categorías por altura de los individuos censados de <i>Echinocactus platyacanthus</i> .	23
6. Coeficiente de correlación entre las variables morfométricas.	25
7. Tipo de distribución para las poblaciones muestreadas en el Valle del Mezquital.	26
8. Índice germinativo en los tratamientos pregerminativos aplicados.	29

I. RESUMEN

Echinocactus platyacanthus es una cactácea que ha sido sobre-explotada para la obtención del dulce de acitrón. Sus poblaciones se han visto mermadas por el manejo alimenticio y por el cambio de uso de suelo que han colocado a la especie en la categoría de vulnerable en la NOM-SEMARNAT-2010. El presente estudio tuvo como objetivo conocer la distribución, estado actual, usos y aprovechamiento de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Se seleccionaron tres poblaciones de *E. platyacanthus* en las que se determinó densidad poblacional, estructura de tamaños y patrón de distribución. Se germinaron semillas procedentes de las zonas de estudio y se evaluó la tasa de crecimiento relativo a través de la altura de la planta. Se aplicaron 4 tratamientos pregerminativos obteniendo el porcentaje más alto que correspondió al 100 por ciento en el tratamiento de escarificación con ácido sulfúrico por 30 segundos con un índice germinativo de 80 y 72 para el testigo. Se obtuvo una densidad media de 0.1285 individuos/m² y la estructura de tamaños caracterizada en las tres poblaciones por una alta frecuencia de plantas en las categorías intermedias, de 40 a 60 cm, con un decremento en las categorías con individuos de menor y mayor altura. Se realizaron 100 entrevistas entre los pobladores a fin de establecer los usos para esta especie. Los estudios etnobotánicos realizados en la zona mostraron que el uso más conocido de *Echinocactus platyacanthus* es la preparación del dulce tradicional comúnmente llamado acitrón. A pesar de esto, el procedimiento de preparación es poco conocido entre los pobladores y la frecuencia de elaboración se ha perdido. Se concluye con la propuesta de un plan de manejo para *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo que considera la recolecta de semillas, tratamientos germinativos, tipo de sustratos, densidades de siembra y control de riego y enfermedades en el desarrollo temprano de los organismos.

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas de la República Mexicana cubren cerca del 60% de su superficie, y en estas áreas se encuentra un alto número de endemismos (Rzedowski, 1991). Entre las familias vegetales presentes en estas áreas, se encuentran las cactáceas, cuyo origen se ubica en Sudamérica y de acuerdo a Barthlott y Hunt (1993) se aceptan alrededor de 100 géneros y 1,500 especies. En México se encuentra la mayor diversidad y abundancia de cactáceas. Presenta un total de 48 géneros y 563 especies reconocidas. De acuerdo a Hunt (1992), 15 géneros, que corresponden al 31.3%, están restringidos a sus límites territoriales y 20 más son endémicos. Por esta situación México es considerado un centro de diversificación de la familia. El género *Echinocactus* contiene seis especies de las cuales cuatro son endémicas para México (Hernández y Godínez, 1994; Ortega–Baes y Godínez–Álvarez, 2006).

Varios miembros de la familia Cactaceae destacan por la importancia económica que han adquirido a través de su uso actual y ancestral. El conocimiento sobre el uso y las propiedades de estas plantas entre los diferentes grupos étnicos, han proporcionado datos que documentan el uso de estas plantas en la alimentación, preparación de bebidas, empleo en la medicina, forraje y ornato, sobre todo en las vastas zonas áridas y semiáridas, donde resaltan como componentes florísticos y en algunos casos fisonómicos (Pérez, 2005).

Aproximadamente 130 géneros de cactáceas se cultivan; las especies pequeñas y de crecimiento lento son las más apreciadas, por la diversidad de formas, colores y espinas que exhiben. Debido a la recolecta y extracción ilegal, un gran número de cactáceas ha sufrido una disminución en sus poblaciones naturales (Toledo, 1988), asimismo a esta condición ha contribuido la pérdida de sus hábitats naturales y la limitada habilidad para restablecerse después de un evento de perturbación, excepto los géneros *Opuntia* y *Cylindropuntia* (Hernández y Godínez, 1994). Estos factores son la causa de que la familia esté incluida en los Apéndices de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies Silvestres y de la Flora y Fauna Amenazadas (CITES, 1990). De igual manera gran número de especies están incluidas en el listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

Dentro de las especies listadas en la IUCN se encuentra *Echinocactus platyacanthus* ubicada en la categoría de vulnerable. En la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2010) aparece como especie sujeta a protección especial, es decir, es una especie con limitaciones en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, ya que es una especie utilizada en gran medida, para la alimentación humana y animal, además es un elemento decorativo importante e indudablemente su mayor importancia es el uso de sus tallos en la preparación del dulce de acitrón, un dulce tradicional de México (Bravo–Hollis y Sánchez–Mejorada, 1991). Hunt (1992), propone considerar a *E. platyacanthus* como especie amenazada categoría 4, correspondiente a especies de amplia distribución, pero cuyas poblaciones presentan una baja densidad de individuos causada por factores antropogénicos. Por lo anterior es necesario proteger su hábitat, caracterizar sus poblaciones y elaborar programas de manejo, con el fin de evitar su extinción.

Este trabajo tiene por objetivo, determinar la distribución, estado actual, usos y aprovechamiento de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

2. ANTECEDENTES

México es conocido como uno de los reservorios más importantes de diversidad vegetal del planeta, lo que representa un inmenso legado de recursos que pueden contribuir a atender los requerimientos para el bienestar social (Casas *et al.*, 1997; Hernández–Verdugo *et al.*, 1999). Mediante investigaciones etnobotánicas se ha logrado rescatar parte de la información valiosa para el conocimiento de la vegetación. Las especies económicamente útiles de México constituyen el 25% de la flora existente (Casas *et al.*, 1997).

Varias especies de cactáceas han perdido parte de su hábitat, debido principalmente al crecimiento de los asentamientos humanos en el Valle del Mezquital, mismos que han producido la extensión de las áreas de cultivo. El alto crecimiento demográfico ha generado una demanda mayor de recursos naturales, principalmente los renovables, hecho que ha traído un efecto negativo sobre la vegetación del país y por consiguiente de su ecología.

Entre los estudios realizados en el Valle del Mezquital, relacionados con cactáceas se encuentran los siguientes:

Bravo–Hollis (1936) realizó observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle de Actopan. Posteriormente en 1937 realizó un trabajo similar en el Valle del Mezquital (Bravo–Hollis, 1937). González–Quintero (1968) indicó las asociaciones vegetales en el Valle del Mezquital para los municipios de Actopan, Ixmiquilpan y Zimapán; asimismo estableció la relación de los tipos de vegetación con los factores ambientales presentes en la zona. González–Quintero (1972) elaboró una guía botánica para el Valle del Mezquital y el Puente de Tasquillo. Rodríguez (1983), llevó a cabo un estudio etnobotánico en el municipio de El Cardonal sobre la manipulación y utilización de la familia Cactaceae. Encontró que el género *Opuntia* es el mejor representado con siete especies, tres de las cuales son cultivadas intensivamente en huertos familiares.

García–Castañeda y López–Pérez (2004) realizaron un estudio sobre la distribución geográfica y la diversidad de la familia Cactaceae en el Valle del Mezquital. Encontraron 54 especies agrupadas en 15 géneros siendo los más representativos *Opuntia* y *Mammillaria*, con 12 y 10 especies respectivamente, y la mayor riqueza de especies fue para el municipio de Ixmiquilpan con 53 especies, seguido por Tasquillo con 27, Santiago de Anaya con 24 y Zimapán con 23. El mayor número de especies se

registró en matorral espinoso, rosetófilo, crasicaule y subinerme. Para el caso de *Echinocactus platyacanthus* reportan la especie en los municipios de Actopan, Cardonal, Ixmiquilpan, Santiago de Anaya, San Salvador, Tasquillo y Zimapán.

Otros estudios relacionados con *Echinocactus platyacanthus* son los de Trujillo–Argueta (1982), quien reportó la distribución geográfica y ecológica de esta especie en el estado de San Luis Potosí, encontró que se encuentra asociada a plantas rosetófilas, en suelos con pendientes mayores a 20° y en localidades perturbadas por acciones como el pastoreo y extracción de la misma especie.

Del Castillo y Trujillo (1991) reportan que las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* del estado de San Luis Potosí, son calcícolas y se presentan en suelos litosoles, en altitudes entre los 1180 a 2350 m y en climas secos. Asimismo estos autores indican que las características edafológicas son determinantes en los patrones de distribución. A partir de pruebas germinativas en laboratorio, Del Castillo (1996) y Del Castillo y Trujillo (1997) comprobaron la preferencia de *Echinocactus platyacanthus* por suelos calcáreos.

Hernández (2005), realizó un estudio sobre la evaluación del proceso germinativo en *Echinocactus platyacanthus* con los frutos colectados en la comunidad de El Dexthí, en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Realizó varios tratamientos pregerminativos y encontró que el mejor es la inmersión de las semillas en una solución de hipoclorito de sodio al 30% y una escarificación posterior a 60 °C. Con este tratamiento las semillas germinaron a los 15 días.

Jiménez–Sierra *et al.* (2007), realizaron un estudio sobre las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* en Tehuacán, Puebla. Consideraron seis poblaciones y encontraron que a pesar de que la producción de semillas por fruto fue alta, el establecimiento de las plántulas y su supervivencia fue muy bajo. También registraron que el aumento de su fecundidad es paralelo con el crecimiento de los organismos. La densidad que reportaron va de 276 a 1016 individuos por hectárea, que fue menor al compararla con otras poblaciones, como las presentes en el estado de Hidalgo, donde alcanzan los 2000 individuos por hectárea; atribuyen esto posiblemente a una disminución de la densidad natural de esta especie como consecuencia de las perturbaciones en la zona.

2.1. Descripción botánica de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto

Planta perenne con tallos globosos a toneliformes de hasta 2 m de alto y 88 cm de diámetro. Tallos verde oscuro a glauco, ápice hundido con abundante lana amarilla, en forma circular o elíptica. Costillas gruesas y duras, aumentando su número con la edad, de 5 a 8 en juveniles hasta 60 o más las formas toneliformes viejas, con vértice agudo, con la base más o menos ancha y los surcos intercostales profundos. Aréolas distantes entre sí de 1 a 3 cm, en los individuos adultos, contiguas o confluentes, circulares hasta elípticas, de unos 12 mm de diámetro, las del ápice con abundante lana amarilla, las demás restantes más o menos globosas. Espinación variable en relación a la edad, todas las espinas grandes y gruesas, subuladas más o menos aplanadas, estriadas transversalmente; al emerger amarillentas con tientes rojizos, y con el tiempo castañas o negruzcas. El número de espinas por areola varía con la edad de los organismos, en individuos jóvenes se encuentran de 8 a 10 espinas de 3 a 4 cm de longitud, más cuatro espinas centrales, de 5 a 10 cm de longitud dispuestas en cruz, la inferior y a veces la superior generalmente más largas. Flores dentro de la lana del ápice, diurnas de 5 a 7 cm de diámetro y 3 cm de largo. Nectarios en la periferia del estilo, formando una cavidad de cerca de 1 cm de profundidad, estambres, entre 1 400 a 2 500 con filamentos amarillos, anteras de color cromo. El estilo grueso, de 3 a 3.5 cm de longitud, amarillento, estriado longitudinalmente, estigma presenta de 10 a 12 lóbulos. Frutos secos, alargados, de 5 a 7 cm de longitud, amarillentos, con numerosas escamas, escariosas, con lana y pelos axilares sedosos de 3 a 4 cm de longitud, de color blanco amarillento, región receptacular indiferenciada, región pericarpelar de alrededor de 2 cm de longitud y 1.2 cm de diámetro cubriendo la pared del fruto y se conservan adheridos los restos del perianto. Semillas de aproximadamente 2.5 cm de longitud con testa negra, brillante, con ornamentación celular; hilo basal lateral, micrópilo pequeño, próximo al hilo (Britton y Rose, 1963; Bravo–Hollis y Sánchez–Mejorada, 1991; Bravo–Hollis y Scheinvar, 1995).

2.2. Distribución de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto

Echinocactus platyacanthus es una especie que se distribuye entre los 20°00' y 25°00' N y el meridiano 97°00' y 102°00' W y sigue una dirección SSE-NNW; por lo que puede ser considerada una especie endémica de México (Trujillo–Argueta, 1984).

Se reconocen tres formas de *Echinocactus platyacanthus* que están separadas por el Eje Volcánico en dos zonas geográficas: una presente en el Valle de Tehuacán, Puebla, donde crece *Echinocactus platyacanthus* forma *grandis*; otra distribuida en el desierto Chihuahuense, en donde crece la forma *platyacanthus*, distribuida en los valles intermontanos y barrancas profundas de los estados de Hidalgo y Querétaro, y la forma *biznaga*, distribuida en el altiplano en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y SW de Tamaulipas (Bravo–Hollis y Sánchez–Mejorada, 1991).

2.3. Aspectos etnobotánicos de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto

Las cactáceas de tallo globoso como las de los géneros *Echinocactus* y *Mammillaria* eran llamadas comita o huitznahuac por los antiguos pobladores del Valle de México y algunas tuvieron importancia en las prácticas religiosas. El vocablo cómitl significa literalmente olla, aludiendo al parecido que tales plantas tienen con estas vasijas de cerámica empleadas para conservar y cocer alimentos. El más importante era el teocómitl u olla divina. Por los datos iconográficos de los códices, se puede deducir que se trata de una especie de *Echinocactus*. Algunos historiadores hacen alusión a un monolito llamado también teocómitl, el cual estaba en Tlaxcala y representaba, más o menos estilizada, una de dichas biznagas. El teocómitl se usaba como texcatl, o sea mesa de sacrificios (Figura 1). Con una función idéntica se encuentra también representado en la Tira del Museo o Peregrinación Azteca, en donde se la ve dibujada con su raíz y su tallo esférico provisto de surcos y espinas; sobre ella, y en posición de sacrificio, reposa un peregrino a quien el sacerdote saca el corazón por orden de Huitzilopochtli. Hernández describe otro cómitl, el tepenexcómitl u olla del monte (tepetl-cerro; nexcómitl-olla en que se coloca el maíz con cal para preparar la masa con que son hechas las tortillas), que pudiera ser una especie de *Ferocactus* (Bravo–Hollis, 1978).

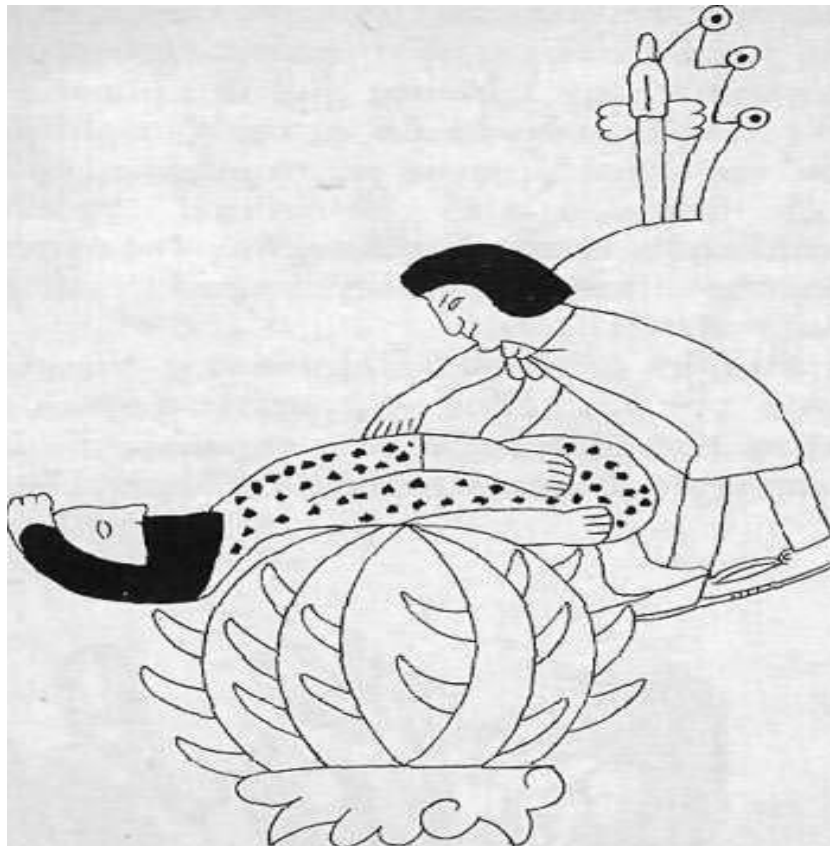


Figura 1. Teocómitl (Tomada de Bravo–Hollis, 1978).

El término *huitznahuac*: (*huitztli*-espinas; *nahuác*-entre) se empleó para designar especies de los géneros *Mammillaria* y *Echinocactus*. Este nombre se aplicaba también como sinónimo de *Huitzcalco*, que significa lugar o casa de penitencia (Bravo–Hollis, 1978).

Entre los templos de la antigua Tenochtitlán, había uno llamado *Huitznahuacteopan*, construido en el reinado de Moctezuma (Códice Mendocino) y dedicado al dios *Huitznahuac*, el cual era posiblemente un cacto deificado del que parece obtenía las espigas que usaban para el autosacrificio. El templo se encontraba, según los historiadores, en lo que fuera el barrio de San Pablo; en él había un recinto, el *huitznahuacalli*, en donde se guardaban las espigas utilizadas para el culto.

Echinocactus platyacanthus es una especie que ha sido utilizada desde tiempos remotos por los antiguos pobladores. Conocida como *biznaga de acitrón*, o de *lana* en Hidalgo (Trujillo–Argueta en 1982), y esto se debe a que a partir del parénquima de la especie se elabora el *acitrón*, un dulce tradicional mexicano; además se han reportado

otros usos como alimento para el ganado y como elemento decorativo (Del Castillo y Trujillo, 1991).

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Valle del Mezquital forma parte de la provincia fisiográfica llamada Meseta Neovolcánica (Romero, 1994) y se halla en la zona adyacente a la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental a una altura promedio de 2030 m. Su aspecto es el de un gran valle de fondo desigual rodeado por serranías de origen volcánico. Esta región se encuentra en la parte central del estado de Hidalgo, limitado al norte por la Sierra de Juárez; al este por la serranía que va del Cerro del Fraile a la sierra de Actopan; al sur por la serranía Mexe, y al oeste por la sierra del Xhinthé (Vázquez–Valdivia, 1992). Abarca un área aproximada de 5154 km². Está conformado por 37 municipios, siendo los más representativos Actopan, Alfajayucan, El Cardonal, Chilcuautla, Ixmiquilpan, Nicolás Flores, San Salvador, Santiago de Anaya, Tasquillo y Zimapán (López, 2007). Se divide a la mitad por la serranía de San Miguel que se ramifica a su vez en diferentes desniveles: al norte, el Valle de Ixmiquilpan, situado entre los 1 700–1 800 metros de altitud; al sur, el Valle de Actopan, levemente más bajo; al noroeste, una llanura que comprende la parte septentrional del municipio de Ixmiquilpan y el de El Cardonal sobre los 1900 m. Estos tres valles no son uniformes y comprenden otras plataformas en niveles ligeramente desiguales, separados por ondulaciones del terreno. Por otro lado Vázquez–Valdivia (1992), mencionan que el Valle es una cuenca exorreica drenada por el río Tula, que es la principal corriente de agua en la vertiente oriental (Figura 2).

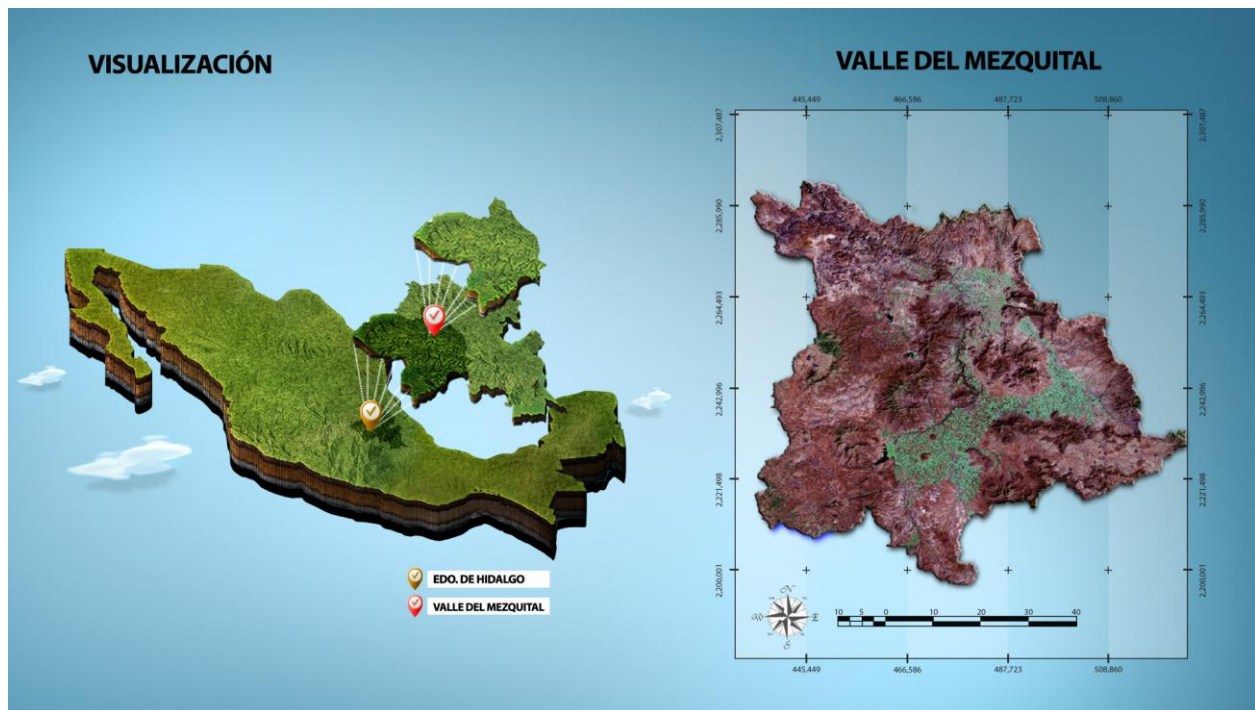


Figura 2. Ubicación geográfica del Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo.

3.1. Geología

La historia geológica del Valle del Mezquital, se remonta al Cretácico inferior cuando las calizas marinas se plegaron de tal manera que las elevaciones correspondían a los anticlinales y las depresiones a los sinclinales, formándose así los primeros valles.

En el Terciario sobrevino una gran actividad ígnea, la que se inicio en el Mioceno con erupciones andesíticas y basálticas emanadas a través de grandes fracturas y grietas que permitieron el derrame de lavas, lo que propició la formación de mesas (Blázquez, 1938). Con la llegada de las glaciaciones en el Cuaternario se formaron grandes ventisqueros de montaña y pie de montes que tomaron la talla de continentales, los cuales erosionaron fuertemente grandes volúmenes de material rocoso reduciéndose así, la altura de las sierras (Blázquez, 1938).

3.2. Hidrología

El Valle del Mezquital, pertenece a la región hidrológica 26 “Río Pánuco” que a su vez corresponde a la vertiente del Golfo de México y es considerada como una de las más importantes del país. Su corriente más importante, es el río Tula que se origina en el estado de México. En Hidalgo fluye con dirección norte hasta la población de Ixmiquilpan, de ahí cambia su curso hacia el noroeste por Tasquillo y Zimapán, para después confluir con el río San Juan del Río, a partir de ahí recibe la denominación de río Moctezuma y funciona como límite natural entre Querétaro de Arteaga e Hidalgo (Anónimo, 2004 b).

El río Tula antes de internarse en el Valle del Mezquital aumenta su caudal con las aguas residuales de la cuenca de México procedentes del tajo de Nochistongo y por un túnel perfilado cerca de Tequisquiac, que respectivamente desemboca en los ríos del Salto y Tequisquiac, que son tributarios del río Tula. Este río cruza la parte oriental de sur a norte, atravesando las poblaciones de Tezontepec, Mixquiahuala, Chilcuautila, San Miguel de la Cal e Ixmiquilpan, en donde se le une el río Tephé y recibe el nombre del río Ixmiquilpan, dirigiéndose hacia la cañada que termina en el Cañón del Abra.

Este sitio, alberga la principal fuente de aguas subterráneas en sus acuíferos, cuya recarga fue aumentada notablemente al iniciarse el riego superficial. Este acuífero descarga la mayor parte de su alimentación a través del cauce del río Tula y de numerosos manantiales, entre los que destacan el Cerro del Colorado, fuente de abastecimiento de gran número de poblados (Anónimo, 1992).

3.3. Climatología

El Valle del Mezquital, está delimitado principalmente por el patrón general de circulación de los vientos que caracterizan a esta latitud, el cual es acentuado por la orografía que actúa como frente de lluvias, provocando que los vientos alisios del noroeste descarguen la mayor cantidad de agua en montañas y pasen casi secos a esta región. Por otro lado la altitud es la limitante primordial de la temperatura. A esta zona le corresponde el clima de tipo templado seco con lluvias en verano (BS) subtipo (BS₁). De acuerdo con la escala de Köppen modificada por García (2004), predomina

un clima templado-seco con lluvias en verano (BS). La temperatura media anual es de 14.8 °C, teniendo la máxima en mayo con 17.3 °C. La precipitación total anual es de 543.4 mm, con la máxima incidencia en septiembre con 117.4 mm y la mínima en enero con 8.8 mm (Anónimo, 1987; Anónimo, 1992).

El período de precipitación pluvial se presenta al final del verano, pero a veces es irregular y la media anual en promedio es baja, alrededor de 400 mm, de modo que el grado de humedad es bajo, lo que explica lo seco del clima de la región. Los vientos dominantes provienen del noroeste resultando ser los más fuertes, a diferencia de los que proceden del sudoeste, que son apacibles y benignos para la flora y la fauna (Anónimo, 2004 b).

3.4. Orografía

El Valle del Mezquital, comprende las serranías y planicies limitadas por las siguientes elevaciones orográficas. Al norte la Sierra de Juárez, al este la Serranía que va desde el cerro del Fraile hasta el cerro del Águila y la sierra de Actopan, al sur por la serranía del Mexe y al oeste la Sierra del Xhinthé. En la Sierra Juárez (ramal de la Sierra de Pachuca) destacan los cerros Boludo, Juárez, La Muñeca y San Juan (Anónimo, 2004 b).

Otro ramal de la Sierra de Pachuca da lugar a la Sierra de Actopan, la cual no tiene elevaciones superiores a 2000 m. En la Sierra de Xhinthé son notables las siguientes eminencias orográficas: el Cerro Sombrerete, Panales, Alberto Tlago y Xhinthé (González–Quintero, 1968).

En la parte central del Valle se eleva la Serranía de San Miguel de La Cal, que alcanza una altitud de 2800 m. Esta Serranía tiene una trayectoria suroeste-noroeste, dividiendo el Valle en tres zonas y contribuye a pronunciar los desniveles de las planicies que separa, haciendo del Mezquital un valle escalonado (González–Quintero, 1968).

En el norte, a una altitud entre 1700 y 1850 m, se localiza la planicie de Ixmiquilpan, la cual es ligeramente ondulada y tiene un declive suave hacia el oeste. A esta planicie se le conoce como Valle de Ixmiquilpan porque se extiende casi por todo el municipio del mismo nombre. Hacia el noroeste a una altitud de 1900 m, se extiende

una planicie angosta y llana cuyo extremo pertenece al municipio de El Cardonal y el resto al de Ixmiquilpan (González–Quintero, 1968).

En la parte sur a una altitud de 1950 m, se localiza la planicie conocida como Valle de Actopan, el cual es una superficie suavemente ondulada y con un declive moderado hacia el norte. Esta planicie comprende la totalidad del municipio de San Salvador y parte de los municipios de Actopan, Chilcuautla, Mixquiahuala, Tepatepec y Santiago de Anaya (González–Quintero, 1968).

3.5. Suelo

En esta zona se encuentran nueve unidades de suelo: vertisoles, fozem, rendzinas, fluvisoles, luvisoles, regosoles, litosoles, castañozems y cambisoles. Dentro de los levantamientos de suelo realizados en la zona, se han descrito unidades como leptosoles líticos, rendzínicos y mólicos, fozem calcárico y háplico, fluvisoles, regosoles y luvisoles (García–Castañeda y López–Pérez, 2004).

El suelo se compone de tierras calcáreas semiáridas e inicialmente pobres en materia orgánica y nutrientes (Romero, 2001). El uso potencial del suelo en esta zona está restringido a las geoformas. En los valles, donde se encuentran los suelos más profundos se emplean para la agricultura de riego con aguas residuales; en las laderas y mesetas se practican actividades pecuarias semiestabuladas de ganado caprino y ovino y asimismo las geoformas de laderas, mesetas y cimas tienen un uso potencial, catalogado como forestal (Anónimo, 2004 b).

3.6. Vegetación

Según Rzedowski (1994), esta zona se asemeja a la porción sur del Desierto Chihuahuense, pues existe un matorral micrófilo con *Prosopis laevigata*, *Flourensia cernua*, *Condalia mexicana*, *Koeberlinia spinosa*, *Mimosa depauperata*, *Eupatorium triangulatum*, *Jatropha dioica*, *Yucca filifera*, *Agave salmiana*, *Parthenium incanum* y esporádicamente *Larrea tridentata*. Los cerros calizos presentan un matorral rosetófilo algo modificado, con *Agave lechugilla*, *A. striata*, *Dasyilirion* sp., *Hechita* spp., *Fouquieria splendens* var. *brevifolia*, *Flourensia resinosa*, *Jatropha dioica*, *Mortonia greggii*, *Leucophyllum minus*, *Yucca filifera*, y en algunos lugares *Larrea tridentata*.

Entre las cactáceas de la zona se encuentran entre otras las siguientes: *Cylindropuntia imbricata*, *C. kleiniae*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata*, *Coryphantha clava*, *C. octacantha*; *C. cornifera*, *C. erecta*, *C. radians*; *Dolichothele melaleuca*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus cinerascens*, *E. pentalophus*, *Ferocactus echidne*, *F. hystrix*, *F. latispinus*; *Mammillaria compressa*, *M. echinaria*, *M. glochidiata*, *M. magnimamma*, *M. polythele*, *M. uncinata*; *Myrtillocactus geometrizans*, *Neolloydia conoidea*, *Opuntia hyptiacantha*, *O. leucotricha*, *O. microdasys*, *O. robusta*, *O. stenopetala*, *O. streptacantha*, *Pachycereus marginatus*, *Stenocactus dichroacanthus*, *S. obvallatus*, *S. anfractuosus*, *Stenocereus dumortieri*, *S. marginatus*, y *Thelocactus leucacanthus*.

3.7. Fauna

La fauna original del sitio está conformado principalmente por coyotes, lobos, tlacuache, zorra, zorrillo, conejo, liebre, ratón de campo, serpientes y ardillas (Anónimo, 1992).

4. HIPÓTESIS

El conocimiento de la distribución geográfica y ecológica, los usos y aprovechamientos locales de *Echinocactus platyacanthus*, así como el estado actual de las poblaciones; permitirá proponer recomendaciones tendientes a su conservación y manejo sostenible.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Conocer la distribución, estado actual, usos y aprovechamiento *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

5.2. Objetivos Particulares

- Determinar la distribución geográfica y ecológica actual de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital.
- Conocer el estado actual de las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* mediante la evaluación de parámetros ecológicos y demográficos.
- Determinar el porcentaje de germinación y la presencia de latencias en las semillas.
- Determinar si las variables morfométricas de *Echinocactus platyacanthus* están correlacionadas con su desarrollo.
- Documentar los usos y formas de manejo de la especie en la región.
- Proponer técnicas de aprovechamiento y manejo para *Echinocactus platyacanthus* en la zona de estudio.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Distribución geográfica y ecológica

Para determinar la distribución geográfica y ecológica actual de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, se seleccionaron diferentes sitios donde se distribuye esta especie. La elección de los sitios se realizó con base en la información obtenida a través de mapas de vegetación escala 1:5000 (Anónimo, 1992), así como los datos obtenidos de diferentes fuentes bibliográficas (Bravo–Hollis, 1937; Miranda, y Hernández–X, 1963; Rzedowski, 1994; González–Quintero, 1968 y García–Castañeda y López–Pérez, 2004), consultas en herbarios y recorridos realizados por la zona de estudio.

Para documentar las características geográficas y ambientales de cada una de las localidades se registraron los siguientes datos: nombre de la localidad, ubicación (GPS), altitud, pedregosidad, topografía, tipo de vegetación y tipo de suelo con base en la WRB (Base Referencial Mundial por sus siglas en inglés), cartas de suelos INEGI y estudios realizados en la zona (López, 2007). El tipo de vegetación se registró de acuerdo a la composición florística y fisonomía, siguiendo el criterio de Rzedowski (1994).

Se realizaron seis recorridos mensuales en el área de estudio para reconocer las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* en campo y cada uno de los sitios, fue registrado en una carta de vegetación del estado de Hidalgo escala 1:500 (Anónimo, 2004).

6.2. Parámetros ecológicos y demográficos

De las localidades visitadas se eligieron tres sitios, éstas fueron las más alejadas de los caminos y zonas pobladas, con la finalidad de evaluar parámetros ecológicos y demográficos en las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus*, como: densidad poblacional, estructura de la población por tamaños y arreglo espacial intra-poblacional de los ejemplares de la especie, muestreando un área de 500 m² por localidad.

La densidad poblacional (d), se expresó como el número de individuos por área y esta se obtuvo a través de la fórmula:

$$d = \text{Número de organismo} / \text{m}^2 \text{ (Krebs, 1998).}$$

Para determinar la estructura por tamaños se obtuvieron medidas como altura y diámetro de cada uno de los ejemplares de *Echinocactus platyacanthus* censados en los sitios de muestreo. Se eligió la altura como parámetro para obtener la estructura de tallas poblacional, ya que se trata de plantas toneliformes, y se desconocen las edades de los distintos ejemplares. Los datos se agruparon en diferentes categorías de tamaño, utilizando intervalos de 10 cm y se determinaron las frecuencias de individuos pertenecientes a cada clase.

El arreglo espacial intra-poblacional de los ejemplares, se obtuvo utilizando cuadrantes de 500 m² para cada uno de los sitios. Los individuos registrados se ubicaron en un plano midiendo las distancias encontradas entre ellos (A → B) se registro la altura, el diámetro y el número de costillas, así como el estado de desarrollo con base en dos categorías: vegetativo o reproductivo. Los organismos fueron catalogados en cualquiera de los dos estados con base en la evidencia de la floración. A partir del plano se obtuvo el tipo de distribución (uniforme, agregada o al azar), mediante el método de varianza/media (s^2/x) (Cox, 1981).

6.3. Viabilidad y Germinación

Debido al bajo reclutamiento de individuos en las zonas de estudio se procedió a evaluar la viabilidad de semillas mediante la germinación, para lo cual se colectaron 10 frutos maduros en las diferentes poblaciones analizadas, en algunos casos fue necesario aplicar pruebas *in situ* a las semillas para verificar su madurez, mediante la dureza de la testa (Anónimo, 2000). Los frutos colectados se depositaron en bolsas de papel de estraza y se almacenaron a temperatura ambiente, posteriormente se extrajeron las semillas de forma manual. Las semillas se mezclaron para homogenizar la muestra.

Se formaron unidades experimentales de 50 semillas, se aplicaron 4 tratamientos pregerminativos para determinar la presencia de latencia. Se incluyó un lote sin

tratamiento que funcionó como testigo, todos los tratamientos tuvieron un duplicado, teniendo un total de 10 unidades experimentales. Las semillas se lavaron con agua y jabón, y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 20% durante 10 minutos, al finalizar este tiempo se enjuagaron con agua destilada. Las semillas se colocaron en cajas Petri (previamente rotuladas), preparadas con una cama de algodón y papel filtro, llevadas a capacidad de recipiente con una solución de fungicida Benlate al 1%. Las cajas fueron revisadas diariamente para registrar el número de semillas germinadas. Una semilla se consideró germinada con la emergencia de la radícula.

Los tratamientos pregerminativos utilizados fueron:

- Escarificación mecánica. Se empleo una lija para desgastar la testa sin eliminarla por completo.
- Escarificación con H₂SO₄. Las semillas fueron colocadas en ácido sulfúrico concentrado durante un 30 segundos y un minuto, posteriormente fueron retiradas y lavadas con agua destilada.
- Remojo en agua fría por veinticuatro horas. Las semillas fueron colocadas en un vaso de precipitados con agua destilada (Anónimo, 2002).

Para cada tratamiento se calculó el Índice Germinativo, según la siguiente fórmula:

$$IG = \sum (n_i t_i) / N$$

Donde IG = índice de germinación, n_i = número de semillas germinadas el día i , t_i = número de días después de la siembra. N = total de semillas sembradas (Scott *et al.*, 1984).

Las semillas germinadas fueron trasplantadas a una caja plástica con tapa, esto con el fin de reducir la pérdida de humedad. Como sustrato se utilizó una mezcla de sphagnum y agrolita 1:1, ambos sustratos conservan la humedad y la agrolita tiene la capacidad de guardar espacios de aire entre el sustrato permitiendo su aeración lo que disminuye la formación de microorganismos.

El sustrato se llevó a capacidad de campo con agua destilada. En las cajas se colocaron las semillas germinadas y se asperjó con una solución de fungicida Benlate al 1%, aplicado una vez por semana. Las cajas fueron tapadas y rotuladas con los siguientes datos: número de semillas, tratamiento pregerminativo aplicado y la fecha de siembra. Las cajas se colocaron en una estructura metálica del invernadero teniendo en

la base cartón para disminuir el calentamiento de ésta, la estructura se cubrió con una malla negra del 30%.

Se evaluó el crecimiento de las plantas obtenidas a través de la germinación, realizando mediciones mensuales de altura y diámetro del vástago, realizaron mediciones mensualmente durante un año, con un vernier. A partir de los datos recabados se calculó la tasa de crecimiento relativo mediante la fórmula:

$$TCR = [\ln L2 - \ln L1] / t (t_2 - t_1)$$

Donde: TCR = Tasa de crecimiento relativo, L2= altura final, L1= altura inicial, t = días que duró el experimento, por lo que las unidades son 1/día o día⁻¹.

6.4. Etnobotánica

Para llevar a cabo el estudio etnobotánico, se formaron tres grupos generadores de información, el primero consistió en personas específicas, que de acuerdo a las referencias de los pobladores eran productores de acitrón, el segundo grupo de informantes se compone de vendedores de dulces tradicionales y plantas en los mercados locales, y el tercer grupo lo conformaron los pobladores encontrados durante los recorridos en campo y en los poblados cercanos al área de muestreo. La información fue recabada mediante entrevistas abiertas, entabladas como charlas informales, teniendo como base un cuestionario semiestructurado, (Apéndice I). Para homogenizar la información obtenida de los entrevistados y conocer el uso y la intensidad de aprovechamiento, se mostraron fotografías de la especie en diferentes etapas de desarrollo, así como fotografías de material herborizado.

Por otro lado las observaciones *in situ* permitieron recabar información sobre los usos y corroborar la información obtenida a partir de las entrevistas.

6.5. Propuestas para el manejo y conservación de la especie

Con el fin de establecer las bases para el manejo adecuado de la especie, se integraron datos de este estudio en los aspectos geográficos, ecológicos y de propagación. Con esta información se elaboró un programa de producción que incluye manejo de semillas, germinación, presencia de latencia, tipo de sustrato para su cultivo, tasa de crecimiento y arreglo de distribución poblacional.

7. RESULTADOS

7.1. Distribución geográfica y ecológica

Se ubicaron 19 localidades con poblaciones de *Echinocactus platyacanthus*, distribuidas en 5 municipios del Valle. En el Cuadro 1, se encuentran las características generales de cada uno de los sitios como son: municipio, latitud, longitud, altitud, pendiente, asociaciones vegetales y tipo de suelo.

Cuadro 1. Localidades visitadas en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Localidad	Municipio	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud Msnm	Pendiente %	Asociación vegetal	Tipo de Suelo
1. Ca. 3 Km al NE de González-González.	Santiago de Anaya	20°24'8''	98°59'47''	2165	30	Matorral espinoso	Regosol
2. A 2 Km de Tasquillo rumbo Zimapán	Tasquillo	20°34'00''	99°20'51''	1675	10-35	Matorral crasicaule	Regosol y Leptosol lítico
3. Carretera Ixmiquilpan-Tolantongo. 3 km de la desv. Cardonal-Tolantongo, rumbo Tolantongo	El Cardonal	20°36'30''	99°6'10''	2028	16	Matorral subinerme	Leptosol lítico
4. Cerro del ejido Patria Nueva, sobre carretera Ixmiquilpan-Actopan.	Santiago de Anaya	20°24'57''	99°7'51''	1913	30	Matorral subinerme	Leptosol
5. Cerros al Este de San Pedro Capula	Ixmiquilpan	20°31'24''	99°6'17''	1890	37	Matorral subinerme	Leptosol
6. 600 m al N de Julián Villagrán, cerro Del Señor	Ixmiquilpan	20°25'41''	99°5'48''	1876	10-35	Matorral subinerme	Leptosol lítico
7. Carretera Ixmiquilpan-Progreso, 13 km de Tephé rumbo a Progreso, cerro a la izquierda.	Ixmiquilpan	20°21'54''	99°12'28''	2000	20-37	Matorral subinerme	Leptosol
8. Camino de Julián Villagrán-Bangandhó, aprox. 2.5 km rumbo a Bangandhó.	Ixmiquilpan	20°26'15''	99°5'51''	1888	20-35	Matorral subinerme	Leptosol
9. Carretera Santiago de Anaya-Hermosillo, 4 km rumbo a Hermosillo	Santiago de Anaya	20°24'30''	98°58'26''	2160	15	Matorral espinoso y subinerme	Regosol y Leptosol
10. Cerro al Norte de Bangandhó	Ixmiquilpan	20°26'57''	99°5'53''	1903	30	Matorral inerme	Leptosol
11. Cerro Del Señor, Norte de Ocotza	Ixmiquilpan	20°25'59''	99°5'50''	1860	10-35	Matorral inerme y subinerme	Leptosol
12. Ladera sur del cerro Del Señor	Ixmiquilpan	20°26'1''	99°5'50''	1860	10-35	Matorral subinerme	Leptosol
13. Carretera Ixmiquilpan-Actopan, 2 km delante de Tatxadho	Ixmiquilpan	20°25'24''	99°8'1''	1916	20-30	Matorral inerme	Leptosol
14. 26 km de la carretera Ixmiquilpan-Actopan, cerro del ejido Patria Nueva	Santiago de Anaya	20°28'5''	99°4'9''	1960	20-30	Matorral subinerme	Leptosol
15. 7 km de Lagunilla a El Palmar. Grutas Xoxafi	Santiago de Anaya	20°26'17''	99°00'29''	2187	10-20	Matorral subinerme	Leptosol
16. Faldas del cerro Tephá, Este de Grutas Xoxafi	Santiago de Anaya	20°27'45''	99°00'50''	2197	20	Matorral subinerme	Leptosol
17. 4 km de El Palmar a Pozuelos	Santiago de Anaya	20°28'25''	98°59'30''	1957	35	Matorral inerme	Leptosol
18. Cerro San Miguel, entre Teofani y Demacú	San Salvador	20°18'38''	99°3'15''	2109	20-40	Matorral subinerme	Leptosol
19. Camino Puerto Juárez a Megé	Ixmiquilpan	20°37'5''	99°15'59''	2337	45	Matorral inerme	Leptosol lítico

Las localidades descritas, se ubicaron en una imagen satelital del estado de Hidalgo (Figura 3).

Los datos obtenidos muestran que la distribución de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital se encuentra entre los 20° 21'54" y 20° 37'5" Latitud norte y 98° 58'26" y 99°20'51" Longitud oeste y los 1675 a los 2337 metros de altitud, en pendientes de 10 a 45% y sobre suelos de tipo Leptosol principalmente. El tipo de vegetación predominante en los sitios de distribución de *E. platyacanthus* es matorral subinerme (11 sitios) y le sigue el matorral inerme (4 sitios). El matorral espinoso y crasicaule son los de menor frecuencia.

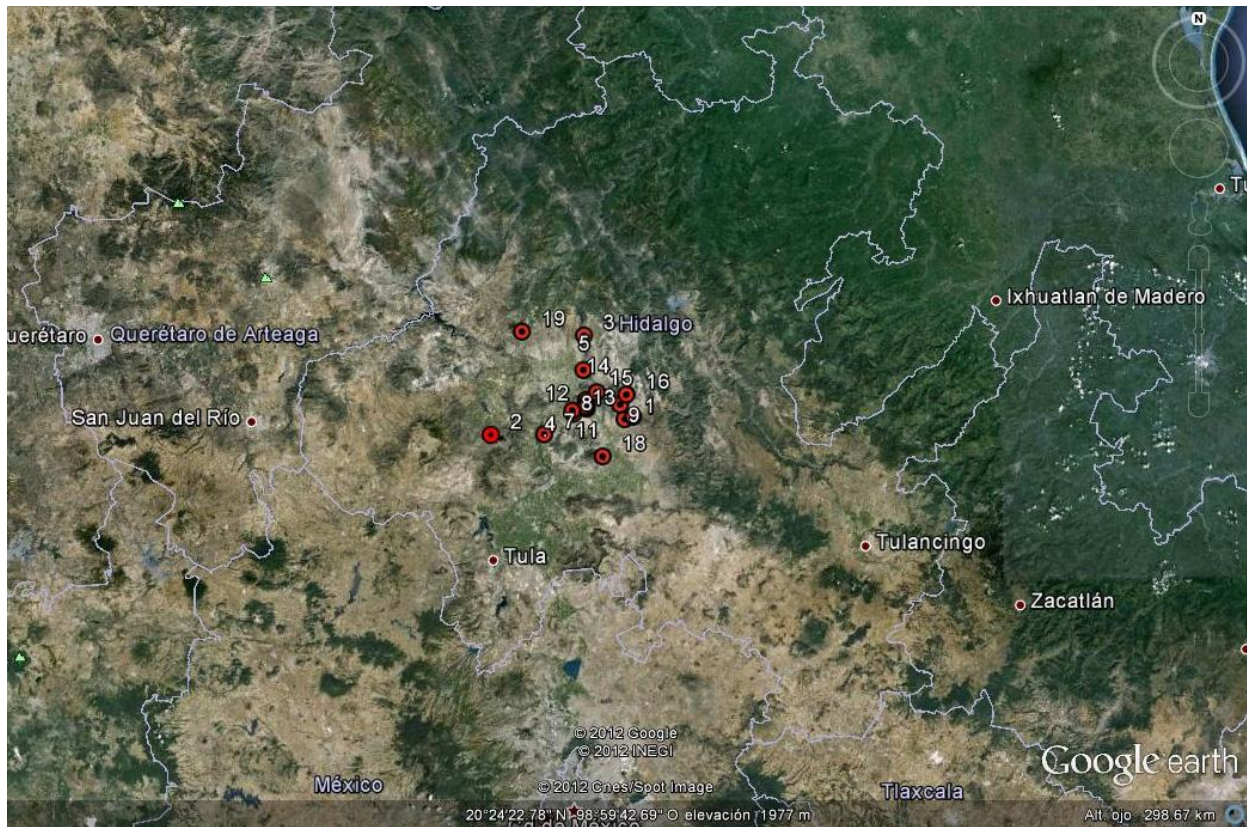


Figura 3. Localidades visitadas donde se distribuye *Echinocactus platyacanthus* correspondientes a las descritas en el Cuadro 1:(Imagen obtenida de Google Earth, 2012)

Las localidades elegidas para la evaluación de los parámetros ecológicos y demográficos fueron Tasquillo, El Cardonal y Julián Villagrán. Las características geográficas están plasmadas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Localidad	Municipio	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud metros de altitud	Pendiente (%)
1. A 2 km de Tasquillo rumbo Zimapán	Tasquillo	20°34'00''	99°20'51''	1675	10-35
2. Carretera Ixmiquilpan - Tolantongo. 3 Km de la desviación Cardonal - Tolantongo, rumbo Tolantongo.	El Cardonal	20°36'30''	99°6'10''	2028	16
3. 600 m al N de Julián Villagrán, cerro Del Señor	Ixmiquilpan	20°25'41''	99°5'48''	1876	10-35

Las características ecológicas de los sitios fueron plasmadas en el Cuadro 3, en los sitios predomina el tipo de vegetación Matorral subinerme y el tipo de suelo Leptosol lítico.

Cuadro 3. Características ecológicas de los sitios de muestreo de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Localidad	Tipo de vegetación	Tipo de Suelo	Composición florística
1. A 2 km de Tasquillo rumbo Zimapán	Matorral crasicaule	Regosol y Leptosol lítico	<i>Stenocereus dumortieri</i> , <i>Myrtillocactus geometrizans</i> , <i>Ferocactus histrix</i> , <i>Acacia macracantha</i> , <i>Celtis pallida</i> , <i>Prosopis laevigata</i> , <i>Verbesina</i> sp.
2. Carretera Ixmiquilpan-Tolantongo. 3 km de la desv. Cardonal-Tolantongo, rumbo Tolantongo	Matorral subinerme	Leptosol lítico	<i>Ephedra compacta</i> , <i>Calia secundiflora</i> , <i>Agave striata</i> , <i>Opuntia stenopetala</i> , <i>Neolloydia conoidea</i> , <i>Flourensia resinosa</i>
3. 600 m al N de Julián Villagrán, cerro Del Señor	Matorral subinerme	Leptosol lítico	<i>Flourensia resinosa</i> , <i>Machaonia coulteri</i> , <i>Mortonia hidalgensis</i> , <i>Lippia graveolens</i> , <i>Lantana cámara</i> , <i>Bursera schlechtendalii</i> , <i>Condalia mexicana</i> , <i>Decatropis bicolor</i> , <i>Gochnatia hypoleuca</i>

7.2. Parámetros ecológicos y demográficos

Se muestreo un área de 1500 m² (500 m² por sitio), contabilizando un total de 257 individuos, a partir del censo realizado en los sitios de muestreo (Apéndice II). El número de individuos varió entre los sitios de 50 individuos (El Cardonal) a 109 individuos (Julián Villagrán). La densidad media de *Echinocactus platyacanthus* para las

poblaciones fue de 0.135 individuos/ m², es decir, 1 individuo cada 7.4 m². La densidad poblacional más alta se observó en el sitio de Tasquillo con 1 individuo por cada 5.10 m² y la menor densidad se encontró en El Cardonal con 1 individuo por cada 10 m² (Cuadro 4). La altura de los individuos registrados va de 5 a 116 cm y con un diámetro de 3 a 147 cm.

Cuadro 4. Densidad poblacional para las localidades del Valle del Mezquital.

Localidad	Densidad Ind/m ²	Área promedio ocupada por Individuo m ²
Tasquillo	0.196	1 individuo / 5.10 m ²
El Cardonal	0.100	1 individuo / 10 m ²
Julián Villagrán	0.109	1 individuo / 9.17 m ²

La estructura por tamaños de las poblaciones se obtuvo mediante la formación de intervalos de clases de altura cada 10 cm (Cuadro 5). La mayor concentración de individuos se encontró en el rango No. 5 (41 a 50 cm) y la menor en el rango No. 10 (<91 cm). El primer intervalo de altura, conformado por individuos menores a 10 cm, está representado en las localidades de Julián Villagrán y Tasquillo con un total de 9 individuos.

Cuadro 5. Categorías por altura de los individuos censados de *Echinocactus platyacanthus*.

Rango	Estado fenológico	Intervalo de Altura (cm)	Número de individuos por intervalos			Nº total de individuos censados
			Tasquillo	Cardonal	Julián Villagrán	
1	Vegetativo	0 a 10	4	0	5	9
2	Vegetativo	11 a 20	14	0	26	40
3	Vegetativo	21 a 30	16	0	16	32
4	Reproductivo	31 a 40	5	0	29	34
5	Reproductivo	41 a 50	3	15	13	48
6	Reproductivo	51 a 60	2	18	12	40
7	Reproductivo	61 a 70	1	17	5	37
8	Reproductivo	71 a 80	0	0	2	8
9	Reproductivo	81 a 90	1	0	0	7
10	Reproductivo	< 91	0	0	1	2
Total			44	50	109	257

En la figura 4 se muestra la distribución de los organismos por estructura de tamaños caracterizada por una alta frecuencia de plantas en las categorías intermedias (5 y 6), con un decremento en las categorías con individuos de menor y mayor altura. Los datos muestran que la mayor parte de los individuos se encuentran en edad reproductiva (63.64%), por lo que la producción de semillas en las poblaciones es alta, esto conllevaría a un alto índice de reclutamiento de individuos cada año, sin embargo, se observó en los sitios un reclutamiento más bien bajo, esto se puede deber a la presión existente sobre las poblaciones.

Durante los recorridos se observó la existencia de plantas con ramificaciones, lo anterior puede deberse a una respuesta fisiológica al daño físico que puede ser de origen natural o antropogénico, este último ocasionado en la mayoría de los casos por ramoneo.

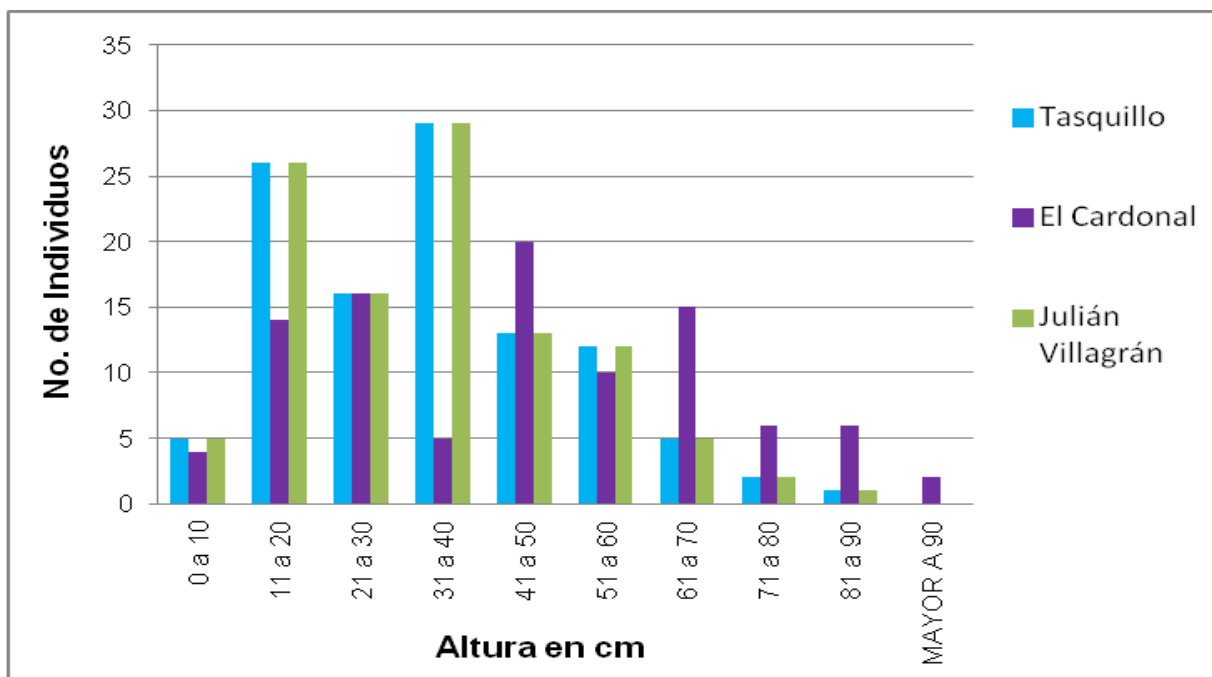


Figura 4. Estructura por tamaños de las poblaciones muestreadas de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Con los datos registrados de cada individuo, altura, diámetro y número de costillas, se calculó la relación entre las variables morfométricas, en la que se observa que los parámetros seleccionados están significativamente correlacionados con un valor de P menor de 0,05 y un nivel de confianza del 95,0%.

Sin embargo, el diámetro tiene una correlación más baja que las otras variables (Cuadro 6). Por lo que la evaluación de uno de estos parámetros puede predecir con alta probabilidad los otros. (Figura. 5).

Cuadro 6. Coeficiente de correlación entre las variables morfométricas.

Parámetro	Altura	Diámetro	Número de Costillas
Altura	1	0.7058	0.8326
Diámetro		1	0.7643
Numero de Costillas			1

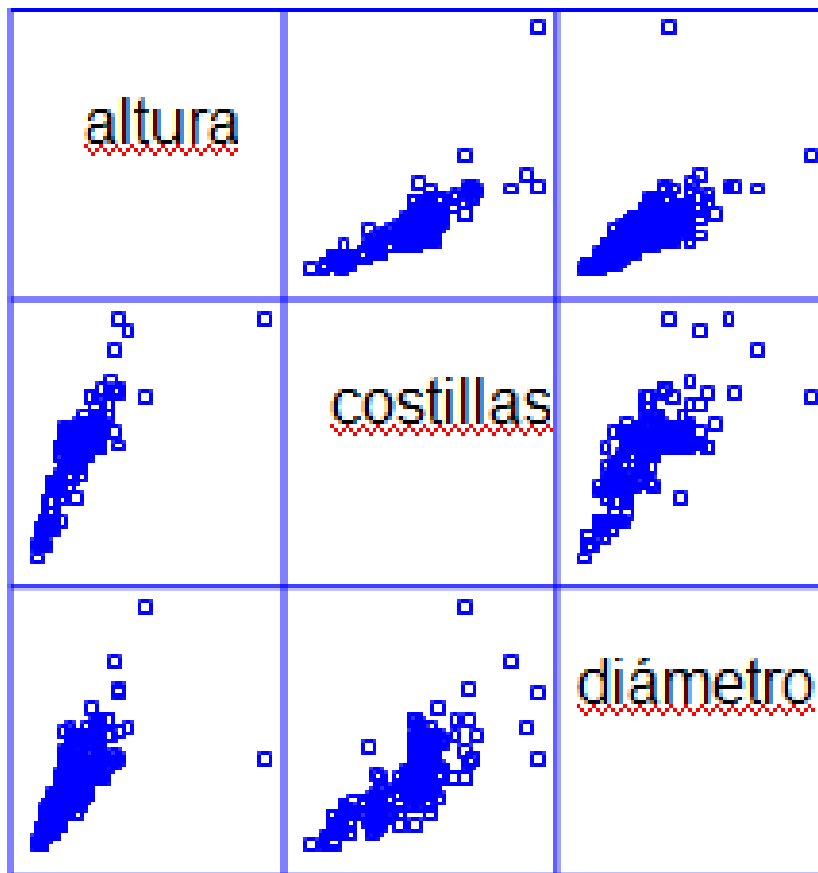


Figura 5. Correlación entre las variables.

En la zona de El Cardonal, se observó un desmonte con la finalidad de establecer una plantación de maguey, esto fue posterior al muestreo realizado en la zona. (Figura 6).



Figura 6. Sitio de muestreo El Cardonal, imágenes tomadas después de un mes del muestreo en donde se observa el desmonte de la zona para el establecimiento de un plantío de agave, se pueden ver los ejemplares de *Echinocactus platyacanthus* afectados así como otras especies establecidas en la zona.

El arreglo espacial obtenido para cada una de las comunidades (Figura 7) fue utilizado para obtener el tipo de distribución intra-poblacional. Para los sitios de Tasquillo y El Cardonal muestra una distribución uniforme, mientras que las dos laderas de Julián Villagrán muestran una distribución agregada (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tipo de distribución para las poblaciones muestreadas en el Valle del Mezquital.

Sitio	Nombre	Nº de individuos	Varianza/Media	Tipo de distribución	ES
1	Julián Villagrán	109	2.166450216	Agregada	0.01309
3	Tasquillo	98	0.739641311	Uniforme	0.01467
4	Cardonal	50	1.383384615	Agregada	0.02886

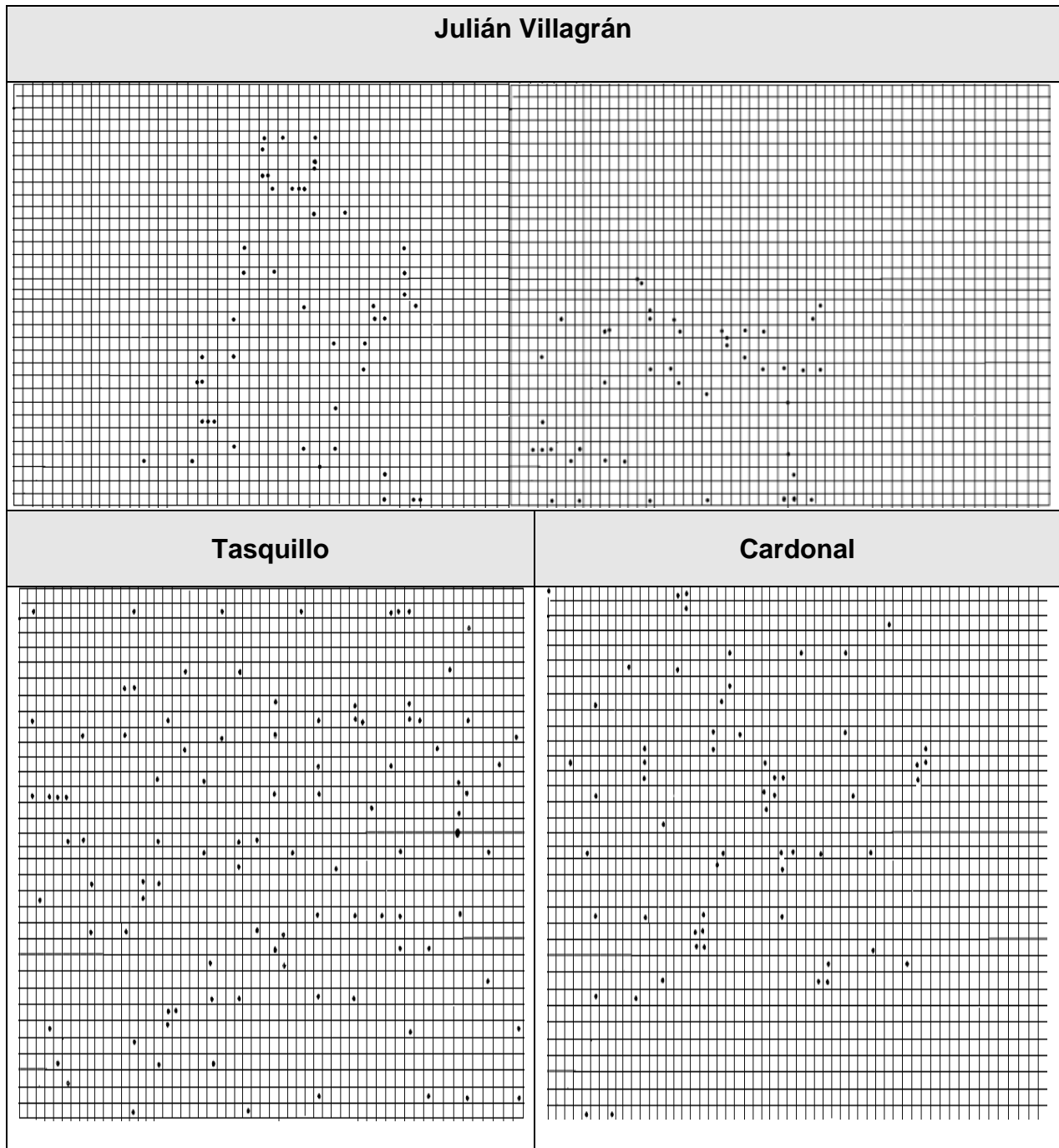


Figura 7. Distribución de los organismos en las poblaciones muestreadas en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

7.3. Viabilidad y germinación

Los valores obtenidos de germinación para *Echinocactus platyacanthus* se encuentran representados en el Figura 8, en donde se muestra la respuesta para los diferentes tratamientos pregerminativos aplicados en comparación con el testigo. En el tratamiento escarificación con H₂SO₄ por 30 segundos se obtuvo una germinación del 100%, en remojo con agua fue de 90%, escarificación con H₂SO₄ por 1 minuto fue de 88 % y en el caso de la escarificación mecánica el porcentaje de germinación fue de 78%, mientras que para el testigo en el que se obtuvo un porcentaje del 90%. La diferencia del porcentaje de germinación entre la escarificación mecánica y el testigo se puede deber al daño ocasionado al embrión con la lija en el momento de desgastar la testa.

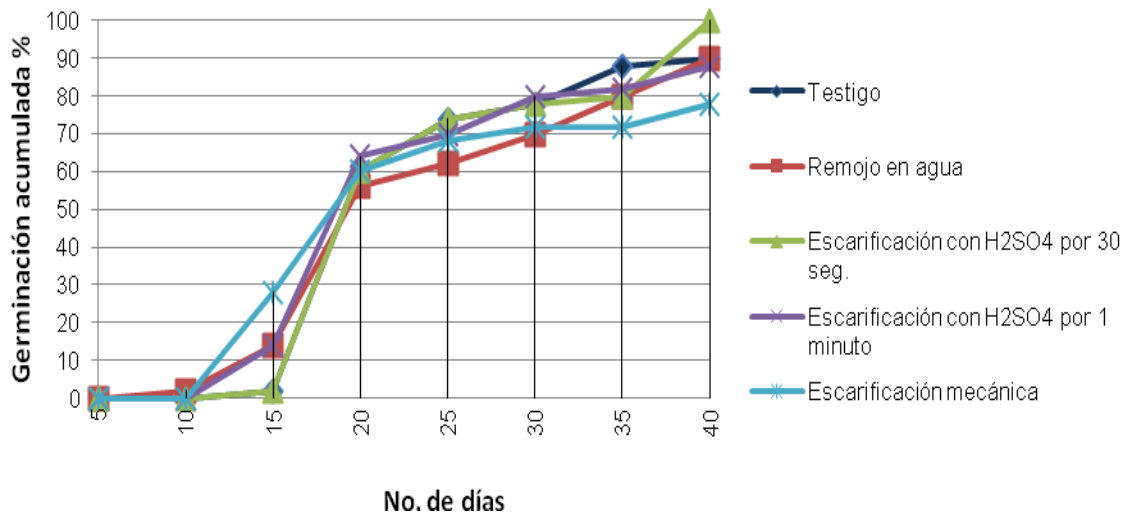


Figura 8. Germinación acumulada de semillas de *Echinocactus platyacanthus*.

Los datos anteriores fueron analizados mediante el procedimiento de diferencias mínimas significativas (LSD por sus siglas en ingles) de Fisher, con un 95% de confianza, representado en la Figura 9, en la que se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y de los tratamientos con el testigo, lo que significa que las semillas no presentan latencia

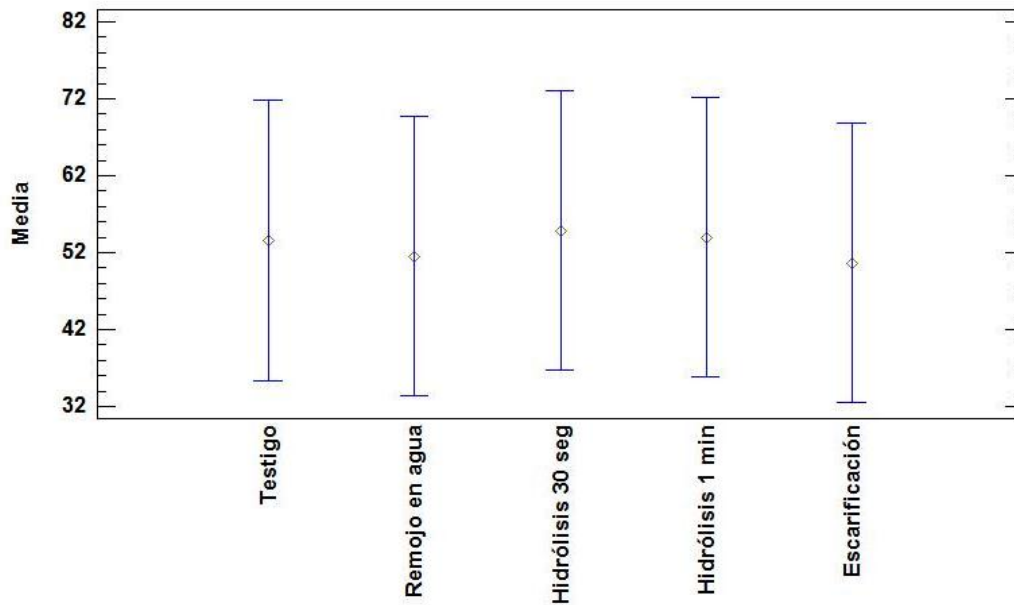


Fig. 9. Análisis LSD de Fisher.

Se determinó el índice de germinación para cada uno de los tratamientos pregerminativos (Scout *et al.*, 1984), obteniendo un IG de 80 para escarificación con H_2SO_4 por 30 segundos y el menor fue para escarificación mecánica con un IG de 62.4, para el caso del testigo se obtuvo un IG de 72 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Índice germinativo en los tratamientos pregerminativos aplicados.

Tratamientos pregerminativos	Índice Germinativo IG
Escarificación mecánica	62.4
Escarificación con H_2SO_4 por 1 minuto	70.4
Testigo	72.0
Remojo en H_2O	72.0
Escarificación con H_2SO_4 por 30 segundos	80.0

Se evaluó el crecimiento de las plantas obtenidas a partir de la germinación, por un periodo de un año (Figura 9). La mayor altura fue de 2.53 cm con un diámetro de 2.07 cm, obteniendo una TCR de 0.0071583 cm/día.

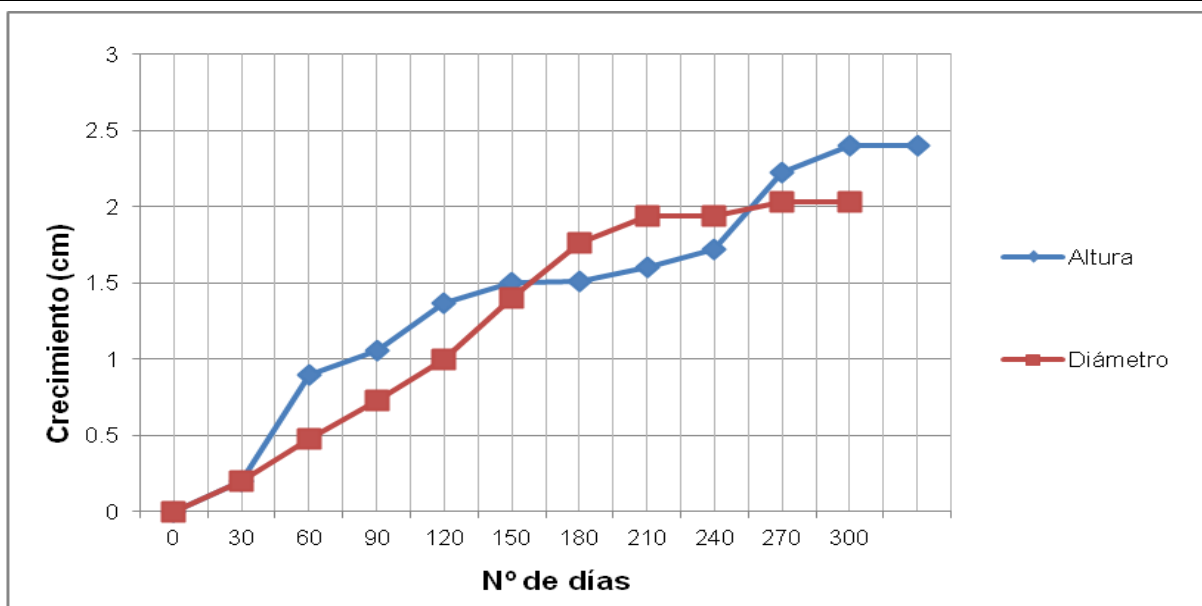


Figura 10. Crecimiento de las plantas de *Echinocactus platyacanthus*.

7.4. Etnobotánica

Se realizaron un total de 100 entrevistas a personas entre los 20 y 85 años de edad, en las localidades de Julián Villagrán, Tasquillo y El Cardonal. El mayor aporte de información fue proporcionado por personas de 60 años, las cuales continúan con la práctica de la mayoría de los usos mencionados, y algunos de ellos solo los conocen pero no los practican ya que la forma de preparación se ha perdido; resalta la elaboración del dulce de acitrón, a pesar de ser el más conocido entre los pobladores solo el 10% de los entrevistados elaboran el dulce de manera artesanal. La población entrevistada menor a 25 años desconoce los usos tradicionales de la planta y su nombre étnico. Los usos que se le dan a la especie son:

1. El nombre común dado por lo pobladores es **phé**, nombre de origen Hñähñü con que se conoce a esta especie, y *biznaga* es el nombre castellano para distinguirla.
2. Alimenticio. Es el uso principal dado por lo pobladores a *Echinocactus platyacanthus*, ya que tanto el tallo como las flores y las semillas, son utilizados para la alimentación. El tallo es utilizado para la elaboración del dulce de acitrón. Para su elaboración es extraído el parénquima, la cual se remoja en agua con cal durante 24 horas, una vez transcurrido este tiempo se corta en trozos pequeños y se hierve con azúcar y piloncillo hasta que tome el color y el sabor deseado. Los organismos

utilizados en este proceso deben tener un peso de 10 kilogramos aproximadamente y un diámetro menor a 1 metro. Las personas que aun elaboran el dulce lo hacen para el consumo de sus familias y solo una persona de las entrevistadas que se dedica a la venta lo elabora. La elaboración artesanal del dulce ha disminuido debido a que el conocimiento sobre la forma de preparación sólo lo conserva la gente de mayor edad en las comunidades.

3. En el caso de las semillas, se observó en campo que son consumidas por animales, ya que algunos frutos se encontraban abiertos, posiblemente por aves. Durante las entrevistas se mencionó dentro de los usos que las semillas además de ser empleadas como alimento de aves y ganado; son consumidas por los pobladores en el campo, esta información fue cotejada con las observaciones realizadas durante los recorridos.
4. Forrajero. Otro uso principal dado por los pobladores a la especie es el forrajero, ya que es el alimento principal del ganado en épocas de sequía, para esto se corta el ápice dejando expuesta la pulpa la cual es consumida por los animales, y en algunos casos se colecta para alimentar al ganado en los corrales, para esto, se corta en trozos pequeños y se les da a comer. Se observó en campo que las flores y frutos son consumidas por el ganado y fauna nativa.
5. Medicinal. Uso alternativo de la planta y poco conocido por los pobladores de esta región, se usa la raíz contra la diabetes, esta información es conocida por los entrevistados pero desconocen la forma de preparación, de igual manera mencionaron el uso de la pulpa en rodajas, utilizada como compresa contra el dolor y la inflamación por golpes.
6. Planta de ornato. Durante los recorridos se observó que *Echinocactus platyacanthus* es utilizada como planta de ornato en los jardines y accesos de las inmuebles, como objeto representativo de la región ubicado en la entrada principal de sitios de importancia ecoturística, ya que su forma y sus flores son agradables a las vista. En contraste con las viviendas ubicadas a orillas de los caminos o en montes donde no importando la edad ni el tamaño de las plantas son retiradas por los pobladores para el establecimiento de pequeñas áreas de cultivo frente y alrededor del inmueble, como solares o huertos familiares.
7. Otros. Durante las entrevistas los pobladores de mayor edad mencionaron que está especie era utilizada para elaborar shampoo, pero desconocen la forma de

preparación, y también recuerdan que era empleada para peinar la fibra del ixtle, un material utilizado en la fabricación de mecates.

Se observó y cotejó con la información obtenida en los mercados, que esta planta es colectada para la venta, utilizando para esta actividad individuos de 5 y 8 cm de diámetro, con un precio a la venta de entre 30 a 50 pesos.

7.5. Propuestas para el manejo y conservación de la especie

A partir de los datos obtenidos se estableció una serie de puntos los cuales describen el procedimiento para la propagación por semilla de la especie, en el que se ven reflejadas las experiencias obtenidas durante este estudio, lo que nos lleva a tener una alta producción de plantas, con un IG alto, con la aplicación del tratamiento pregerminativo al material seminal.

1. Producción de plantas

- a. Recolección del material seminal. Los frutos de *Echinocactus platyacanthus* son de fácil obtención. Las bayas maduras se obtienen al ejercer una fuerza mínima. Una vez obtenido el fruto, se puede determinar si las semillas que contiene son maduras y por lo tanto viables, ya que su testa debe ser dura y de color pardo a negro.
- b. Beneficio de las semillas. Las semillas se deben extraer del fruto con una pequeña espátula sobre una superficie plana y clara para poder visualizar el material obtenido. Se pueden almacenar en frascos de vidrio cerrados.
- c. Tratamiento pregerminativo del material seminal. Las semillas se colocan en una solución de H_2SO_4 por 30 segundos, una vez transcurrido este tiempo, se decanta la solución y se lavan las semillas con agua corriente para eliminar el exceso de ácido en la testa.
- d. Preparación del sustrato. Se realiza una mezcla de los sustratos sphagnum agrolita 1:1, pero se puede utilizar como sustrato suelo de la zona donde se va a cultivar la especie. El suelo se tamiza, para obtener una textura fina.
- e. Siembra. Se coloca el sustrato en un contenedor de plástico con tapa transparente para que penetre la luz. El riego se lleva a capacidad de campo. Se colocan las semillas previamente tratadas uniformemente sobre la cama de suelo y se cierra el

contenedor, para evitar la pérdida de humedad el riego debe ser constante. Una semilla se considera germinada una vez que emerge la radícula.

- f. Cuidado de las plántulas. Esta es una de las etapas más críticas en el desarrollo de la planta, por lo que se deben de controlar las condiciones de humedad y temperatura evitando que las plántulas estén expuestas a los rayos directos del sol. Si se observa una infestación por hongos en las plántulas, se debe de asperjar con una solución de fungicida 3 veces por semana, estos cuidados se deben mantener por un periodo de 2 a 3 meses, hasta observar el desarrollo de la primer areola con espinas
- g. Trasplante. Cuando las plantas han alcanzado un tamaño de 2 cm se pueden trasplantar a contenedores individuales para evitar la competencia por nutrimentos y agua. Las plantas entre 1 y 5 años de edad son la de mayor venta en los mercados locales.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La distribución de *Echinocactus platyacanthus* está delimitada entre los 20°24' y 20° 37' y 98° 59' y 99° 59' y se puede encontrar de los 1860 a los 2337 metros de altitud, en pendientes de 10 a 45 % y sobre suelos de tipo Leptosol principalmente, el tipo de vegetación predominante en los sitios de distribución es el matorral subinerme (Miranda, y Hernández-X, 1963). Lo anterior coincide con lo reportado por Del Castillo y Trujillo (1991) para las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* del estado de San Luis Potosí, las cuales son calcícolas y se presentan en suelos litosoles, en altitudes entre los 1180 a 2350 m y en climas secos. *Echinocactus platyacanthus* es una planta que de acuerdo a la literatura se encuentra distribuida entre los 20°00' y 25° 00' y los 97°00' y 102° 00' por lo que puede ser considerada endémica de México (Trujillo–Argueta, 1984). Trujillo - Argueta (1982), estableció que el grado de similitud entre San Luis Potosí e Hidalgo es del 87%.

Las poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* en sus áreas de distribución están condicionadas tanto por factores bióticos y abióticos. Trujillo–Argueta (1984) indica que la distribución de *E. platyacanthus* está determinada principalmente por las características del suelo, ya que el desarrollo de las poblaciones se da en suelos calcáreos. Asimismo se ha reportado que las características edafológicas son determinantes en los patrones de distribución, comprobando la preferencia de la planta por suelos calcáreos (Del Castillo 1996; Del Castillo y Trujillo, 1997; Álvarez, *et al.*, 2004).

Durante los muestreos la especie fue encontrada predominantemente sobre suelos de tipo Leptosol lítico, que se caracteriza por ser un suelo somero que se desarrolla sobre roca dura o material calcáreo, lo cual los hace poco atractivos para cultivos de arado (López, 2007). A pesar de lo anterior en El Cardonal se observó una alta perturbación, debido al desmonte de la zona para el establecimiento del cultivo de agave, afectando la densidad poblacional y la ecología del lugar. En la zona de Julián Villagrán se ha desmontado vegetación que prospera en este mismo tipo de suelo para establecer viviendas.

A pesar de que *Echinocactus platyacanthus* tiene un área de distribución relativamente amplia, hay sitios en que los individuos tienen densidades evidentemente bajas, a pesar de ser plantas conspicuas y relativamente fáciles de localizar. Hernández

y Godínez, 1994; atribuye la baja densidad de individuos a factores antropogénico, como se observó en este estudio a través de los recorridos realizados en donde el daño ocasionado por el hombre y el ganado fue evidente.

Las cactáceas presentan características biológicas y ecológicas particulares haciéndolas vulnerables a diversos factores de perturbación naturales y humanos (Hernández y Godínez, 1994). Al ser plantas de crecimiento lento y ciclos de vida largos, habitando en sitios con condiciones geográficas específicas, presentan patrones de distribución restringidos y un bajo reclutamiento de nuevos individuos (Hernández y Godínez, 1994; Godínez–Álvarez *et al.*, 2003).

La evaluación de los parámetros ecológicos y demográficos en los 3 sitios, muestran que el tamaño de las poblaciones en sus áreas de distribución son variables: en el caso de Tasquillo se registro un mayor número de individuos por área muestreada (1 individuo/ 5.10 m²) y esto puede estar relacionado a que el sitio presenta una pendiente de 10-35%, que impide que el suelo sea empleado con fines agrícolas o pecuarias, por lo que es un factor predominante en el establecimiento de plantas y la conservación de las ya existentes (López, 2007).

En relación con la estructura por tamaños se observó que existe una gran cantidad de individuos en edad reproductiva por lo que la producción de semillas en las poblaciones es alta, lo que conllevaría a un alto índice de reclutamiento de individuos nuevos cada año, sin embargo, se observó en los sitios un reclutamiento más bien bajo, esto se puede deber a la presión que existe sobre las poblaciones, ya que el mayor porcentaje de individuos censados fueron maduros (63.64%). Muchos de los sitios donde se distribuye la especie están alterados y es mayor a medida que están próximas a los asentamientos humanos.

El bajo porcentaje de reclutamiento de plantas de *Echinocactus platyacanthus*, puede ser el resultado de la influencia de los parámetros físicos característicos de las zonas áridas, como la temperatura y la precipitación, lo que hace que los ciclos reproductivos de las plantas no sean anuales, sino más largos (Jordan y Nobel, 1979; Nobel 1980, Franco y Nobel 1989, Mandujano *et al.* 1997;), o bien a factores biológicos como la reproducción y las interacciones con otros organismos (Brum, 1973). Este también puede estar influenciado con la pérdida gradual de la cubierta vegetal ocasionando que los suelos queden desnudos y cambien las condiciones microambientales, ya que se ha reportado que los sitios adecuados para la germinación

y establecimiento de nuevas plantas están ubicados bajo las copas de plantas perennes y grietas rocosas, ya que en estos sitios aumenta la humedad al disminuir la radiación solar, además de que el riesgo por depredación puede disminuir incrementando la probabilidad de supervivencia de semillas y las plántulas (Sosa y Fleming, 2002; Rojas–Aréchiga y Vázquez–Yáñez, 2000). Asimismo el reclutamiento se ve afectado por el disturbio crónico debido a un importante cambio en el uso del suelo por prácticas de ganadería y agricultura extensiva, y el crecimiento de las poblaciones humanas lo cual con el paso del tiempo ha generado y seguirá causando una importante presión sobre las poblaciones de *E. platyacanthus* y los recursos naturales asociados (Valiente–Banuet y Ezcurra, 1991).

La distribución poblacional fue uniforme para Tasquillo mientras que para Julián Villagrán y El Cardonal fue agregada. La distribución espacial hace referencia a las exigencias de la planta hacia el hábitat para poder establecerse ya que a pesar de que existen grandes áreas que aparentemente tienen las condiciones para que se puedan establecer las poblaciones de esta especie, las poblaciones en el Valle del Mezquital de *Echinocactus platyacanthus* se encuentran diezmadas. Esta distribución se puede deber a que en las zonas de muestreo se encontró una pendiente de 10-35% en Julián Villagrán y Tasquillo, mientras que en el Cardonal fue de 16%, por lo que en esta zona ha sido posible que se establezcan bancos de semillas más o menos cercanos a las plantas progenitoras. La formación de bancos de semillas y el desarrollo posterior de ellas se debe a la diversidad de microsítios que fueron más escasos en Tasquillo y debido a la pendiente y a la dispersión por agua o viento las coloca más alejadas de las plantas progenitoras. En zonas áridas también existe el fenómeno de plantas nodrizas, lo cual permite el establecimiento de nuevas plantas debido a la formación de microhábitat, contribuyendo en el agrupamiento espacial (Valiente-Banuet, *et al.* 1991). López, 2007, encontró que pueden formar bancos aéreos compuestos por semillas retenidas dentro del fruto incluso en la planta madre así como las semillas retenidas en las costillas de la planta o en el ápice.

En lo que respecta a las variables morfométricas se encontró que están altamente correlacionadas y pueden ser usadas para predecir con cierta precisión otras de las variables, se encontró que la altura está altamente correlacionada con el número de costillas

La germinación es una de las fases más críticas del desarrollo vegetal y en las zonas áridas debido a las condiciones ambientales extremas y al efecto de los depredadores en el suelo, afecta tanto el establecimiento de las plantas como la dinámica poblacional de éstas. Así, la germinación influye de forma importante en la regulación poblacional debido a que tienen efecto en la abundancia y distribución de la especie (Godínez-Álvarez y Valiente-Banuet, 1998). Al respecto, las pruebas germinativas aplicadas indican que el bajo reclutamiento observado en los sitios de muestreo no está limitado por las condiciones del material seminal, ya que se encontró un índice germinativo de 80, para las semillas sometidas al tratamiento pregerminativo escarificación con H_2SO_4 por 30 segundos, probablemente el incremento en la germinación después de un tratamiento ácido pudiera estar relacionado con el procedo que sufren las semillas al pasar por el tracto digestivo de mamíferos y aves. Existen registros del incremento de la germinación con ácidos para otras cactáceas (Nolasco, *et al.*, 1996), debido a que la germinación se puede ver favorecida si la testa es modificada, mediante diferentes tratamientos pregerminativos haciéndola permeable para agua y oxígeno (Vázquez-Yáñez y Orozco-Segovia, 1984).

En la zona semiseca del valle del Mezquital, Hidalgo se ha perdido gran parte de la vegetación, principalmente por la agricultura y el sobrepastoreo, lo cual ha proporcionado la pérdida de la productividad de estas zonas, provocando severos problemas de sequía, erosión del suelo y disminución de la diversidad biológica. Para recuperar la vegetación de estas zonas, es necesario buscar alternativas viables en el corto y mediano plazo (Buisson *et al.*, 2006). Entre estas alternativas se encuentran los programas o modelos de manejo sostenido de los recursos nativos.

A pesar del conocimiento que existe entre la población sobre la protección de la especie, la presión de colecta no ha disminuido. Este efecto se ve reflejado en el bajo reclutamiento de plantas y la mortalidad de individuos ya sea por pisoteo o por el daño ocasionado a individuos reproductivos por los pastores y el ramoneo de los animales. También existe afectación a su hábitat por la apertura de brechas, zonas de cultivo y áreas de pastoreo, ejemplo de esto fue la zona de muestreo en El Cardonal que a pocos meses del estudio fue desmontada para establecer una zona de cultivo, por lo que la población de *Echinocactus platyacanthus* fue afectada en su totalidad.

El conocimiento de los usos tradicionales y la transmisión de estos a las nuevas generaciones, ha disminuido, lo que conlleva una pérdida cultural entre la población de

menor edad. Los usos más conocidos y practicados son la extracción para la venta como planta de ornato, alimento, fuente de agua para el ganado y elaboración de confituras, esta última en la mayoría de los casos es para su propio consumo y no para venta como anteriormente se hacía. En general en el Valle del Mezquital no se registró una sola práctica relacionada con el manejo sostenible de *Echinocactus platyacanthus*.

Se ha afirmado que el éxito de la conservación de la biodiversidad depende en gran medida del conocimiento de la especie a conservar (Hernández y Godínez, 1994), y el mantenimiento de sus poblaciones adultas se conserva, ya que de esta manera se aumenta el reclutamiento de nuevos individuos y por lo tanto la población. *Echinocactus platyacanthus* es una especie considerada como amenazada por IUCN, con una amplia distribución en la República Mexicana, pero estas condiciones de ninguna manera garantizan que las poblaciones no sean afectadas.

9. CONCLUSIONES

Echinocactus platyacanthus se encuentra distribuida entre los 20° 21'54" y 20° 37'5" Latitud norte y 98° 58'26" y 99°20'51" Longitud oeste y los 1675 a los 2337 metros de altitud, en pendientes de 10 a 45% y sobre suelos de tipo Leptosol principalmente, ampliando la distribución reportada para esta especie.

Las características del sustrato y las condiciones ambientales son factores determinantes en la distribución y el establecimiento de *Echinocactus platyacanthus* en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Los parámetros demográficos y ecológicos evaluados revelan que existe un decremento importante en el reclutamiento de nuevos individuos, ocasionado por la extracción de plantas maduras, lo que conlleva a un decremento en la producción seminal y la vulnerabilidad de la especie a las actividades humanas.

Las variables morfométricas estudiadas indican una alta correlación entre ellas, lo que nos ayuda a predecir alguna de las variables sin la necesidad de recabar estos datos en campo.

Las condiciones actuales de las poblaciones nos revelan la necesidad de establecer prácticas de manejo para evitar la extracción de los individuos jóvenes en las poblaciones silvestres con fines comerciales, y el daño a organismos maduros ya que con esto se disminuye la producción de semillas, amenazando el mantenimiento y recuperación de las poblaciones de esta especie.

El conocimiento de la calidad de la semilla, la presencia o no de latencia, la respuesta germinativa, el desarrollo plantular y el la tasa de crecimiento relativo proporciona elementos para elaborar un programa de manejo sostenido del recurso.

10. REFERENCIAS

- Álvarez, R., H. Godínez-Álvarez, U. Guzmán y P. Dávila. 2004. **Aspectos ecológicos de dos cactáceas mexicanas amenazadas: implicaciones para su conservación**. Bol. Soc. Méx. 75: 7–16.
- Anónimo 1987. **Carta climática**. Hoja Pachuca. INEGI. Escala 1: 250 000.
- Anónimo 1992. **Síntesis geográfica del estado de Hidalgo**. INEGI. Aguascalientes, México.
- Anónimo 2000. **Procesamiento y beneficio de semillas forestales**. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal III.
- Anónimo 2002. **Dormición y quiescencia en el manejo de las semillas forestales**. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal IV.
- Anónimo 2004 a. **Carta de vegetación del estado de Hidalgo**. INEGI. Escala 1:500
- Anónimo 2004 b. **Hidalgo Hoy**. INEGI, Gobierno del Estado de Hidalgo. México.
- Barthlott, W y D. R. Hunt. 1993. **Cactaceae**. In: **The families and genera of vascular plants**. Springer – Verlag, Berlín Heidelberg New York. 2: 161 – 196.
- Blázquez, L. 1938. **Memorias de la Comisión Geológica del Valle del Mezquital, Hgo.** Instituto de Geología, UNAM. México.
- Bravo–Hollis, H. 1936. **Observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle de Actopan**. An. Inst. Biol. Méx. 7 (2, 3): 169-233.
- Bravo–Hollis, H. 1937. **Observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle del Mezquital, Hgo.** An. Inst. Biol. Méx. 8 (1, 2): 3-82.
- Bravo–Hollis, H. 1978. **Las cactáceas de México**. Vol. I., UNAM., D.F., México.
- Bravo–Hollis, H. y H. Sánchez–Mejorada. 1991. **Las cactáceas de México**, 2ª Edición. Vol. I y Vol. II., UNAM., México, DF.
- Bravo–Hollis, H. y L. Scheinvar, 1995. **El interesante mundo de las cactáceas**. Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología y Fondo de Cultura Económica.
- Britton, N. y J. Rose. 1963. **The Cactaceae descriptions and illustrations of plants of the cactus family**. Dover Publications Inc., New York.
- Brum, 1973. **Ecology of the Saguaro (*Carnegiea gigantea*): phenology and establishment in marginal populations**. pp. 195–204.
- Buisson, E., Dutoit, T., Torre, F., Römermann, C. & Poschlod, P., 2006. **The implications of seed rain and seed bank patterns for plant secession at the edges of abandoned**

- fields in Mediterranean landscapes.** *Agriculture Ecosystems and Environments* 115:6-14.
- Casas, A., J. Caballero, Mapes, C. y S. Zarate. 1997. **Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica.** *Bol. Soc. Bot. México* 61: 31-47.
- CITES. 1990. **Appendices I, II y III to the convention on International Diversity Trade in Endangered Species of Wild fauna and Flora.** U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. Washington, D. C.
- Cox, G. W. 1981. **Laboratory manual of general ecology.** EC. Brown Co. Dubuque. USA.
- Del Castillo, R. F. 1996. **Ensayo sobre el fenómeno calcícola–calcífuga en cactáceas mexicanas.** *Cactáceas y Suculentas Mexicanas, Soc. Cactológica Mexicana.* 41 (1): 3–11.
- Del Castillo, R. F. y S. Trujillo. 1991. **Etnobotany of *Ferocactus histrix* and *Echinocactus platyacanthus* (Cactaceae) in the semiarid central México, past, present and future.** *Econ. Bot.* 45: 492–502.
- Del Castillo, R. F. y S. Trujillo. 1997. **Sobre la naturaleza calcífuga y calcícola en cactáceas II; Comparaciones de germinación y establecimiento de *Echinocactus platyacanthus* y *Ferocactus histrix*.** *Cactáceas y Suculentas Mexicanas, Soc. Cactológica Mexicana.* 3: 51–55.
- Franco, A.C., y P.S. Nobel. 1989. **Effect of nurse plants on microhabitat and growth of cacti.** *Journal of Ecology* 77:870-886.
- García, E., 2004. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen,** 5ta Edición, Instituto de Geografía, UNAM., D.F., México.
- García–Castañeda. E y S. López–Pérez. 2004. **Distribución geográfica y diversidad de la familia cactaceae en el Valle del Mezquital, Hidalgo.** Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México.
- Gibson, A.C. y P.S. Nobel. 1986. **The cactus primer.** Harvard Univ. Press. London.
- Godínez–Álvarez, H. O. 1991. **Propagación de cactáceas por semilla: una experiencia para su cultivo y conservación.** Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Godínez–Álvarez, H. y A. Valiente–Banuet.1998. **Germination and early seedling growth of Tehuacan Valley cacti species the role of soils and seed ingestion by dispersers on seedling growth.** *Journal of Arid Environments.* 39: 21-31.

- Godínez–Álvarez, H., Valverde, T. y P. Ortega–Baes, 2003. **Demographic trends in the Cactaceae**. Botanical Review, 69:173-203.
- González–Quintero. 1968. **Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hgo.** Instituto Nacional de Antropología e Historia. Departamento de prehistoria, D.F, México.
- Hernández, M. A. 2005. **Evaluación del proceso de germinación de *Echinocactus platyacanthus*: una especie bajo protección especial, en el Valle del Mezquital, Hidalgo.** Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. UNAM. México.
- Hernández, M. H. y A. H. Godínez. 1994. **Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas.** Acta Botánica Mexicana 26: 33–52.
- Hernández–Verdugo, S., P. Dávila y Oyama, K. 1999. **Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*.** Bol. Soc. Bot. México 64: 65–84.
- Hunt. 1992. **Cactaceae checklist.** Royal Botanical Gardens, Kew Surrey.
- IUCN. **Listado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.**
- Jiménez-Sierra, C., M. C. Mandujano, y E. Eguiarte. 2007. **Are populations of the candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus*) in the desert of Tehuacán, Mexico at risk? Population projection matrix and life table response analysis.** Biological Conservation. Vol. 35: 278–292.
- Jordan P.W. y P.S. Nobel. 1979. **Infrequent establishment of seedling of agave dessert (agavacea) in the north western Sonora dessert.** Am. Journal of Botany 66:1079-1084.
- Jordan P.W. y P.S. Nobel. 1982. **Height distributions of two species of cacti in relation to rainfall, seedling establishment, and growth.** Botanical gazette. 143(4): 511 – 517.
- Krebs, C. 1985. **Ecología: Estudio de la distribución y abundancia.** Editorial Harla. México.
- Krebs, C. 1998. **Ecological Methodology.** Editorial Harla.
- López, Z. Y. 2007. **Clasificación y diagnóstico del recurso suelo en el Valle del Mezquital, Hidalgo.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México.
- Mandujano, M.C., Golubov, J. & Montaña, C. 1997. **Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* seeds in the Chihuahua desert.** Journal of Arid Environments. 36: 259 – 266.

- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. **Los tipos de vegetación de México y su clasificación.** Bol. Soc. Bot. México 28: 29 – 179.
- Nobel, P. S. 1980. **Morphology, nurse plants and minimum apical temperatures for Young *Carnegia gigantea*.** Botanical Gazette 141:188-191.
- Nolasco, H. F, Vega-Villasante, H. L. Romero-Shmidt y A. Díaz Rondero. 1996. **The effects of salinity, acidity, light and temperature on the germination of seeds of cardon (*Pachycereus pringlei* K (S. Wats) Britton & Rose, Cactaceae).** Journal of Arid Environments 33: 87-94.
- Norma Oficial Mexicana. **NOM-059-ECOL. 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. 2010. Norma Oficial Mexicana. <http://www.dof.gob.mx>
- Ortega-Baes, P., y H. Godínez-Álvarez. 2006. **Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae.** Biodiversity and Conservation. 15: 817–827.
- Pérez, R. 2005. **Estudio etnobotánico de plantas medicinales del Valle del Mezquital en Ixmiquilpan, Hidalgo.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, UNAM. México.
- Rodríguez, I. 1983. **Uso Tradicional de las Cactáceas por los Otomíes y Vecinos del Municipio del cardonal, Hidalgo.** Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias. UNAM. México.
- Rojas-Aréchiga, M. y C, Vázquez – Yáñez. 2000. **Cactus seed germination: a review.** Journal of arid environments. 44:85-104.
- Romero, A. H. 1994. **Estudio de caso (Valle del Mezquital). En preparación. Taller regional para las Américas sobre aspectos de salud, agricultura y ambiente, vinculados al uso de aguas residuales.** Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Jiutepec, México.
- Romero, T. 2001. **Potabilización del agua subterránea del Valle del Mezquital mediante membranas para el suministro a la Ciudad de México.** Tesis de Maestría. Ingeniería Ambiental. UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1991. **Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México.** Acta Botánica Mexicana 14: 3–21.
- Rzedowski, J. 1994. **Vegetación de México.** Sexta reimpresión. Limusa. México.

- Sánchez Mejorada, H. 1978. **Manual de campo de las Cactáceas y Suculentas de la Barranca de Metztlán.** Soc. Mex de Cactología. A.C. Y CONACyT. Publicación de Difusión Cultural Núm. 2.
- Scott S.J., Jones R.A., Williams W.A., 1984. **Review of data analysis methods of seed germination,** Crop Sci. 24: 1192-1199.
- Sosa, V.J. y T.H. Fleming. 2002. **Why are columnar cacti associated with nurse plants?** En Fleming T.H. y Valiente-Banuet A. Eds. *Columnar cacti and their mutualists. Evolution, ecology and conservation*, pp. 306-323, The University of Arizona Press, Tucson.
- Toledo, V. M. 1988. **La diversidad Biológica de México.** Ciencia y Desarrollo. 81: 14.
- Trujillo–Argueta, S. 1982. **Estudios sobre algunos aspectos ecológicos de *Echinocactus platyacanthus* (S. L. P).** Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala. UNAM, México.
- Trujillo–Argueta, S. 1984. **Distribución geográfica y ecológica de *Echinocactus platyacanthus* un ejemplo de distribución disyunta.** Cactáceas y suculentas mexicanas. Soc. Cactológica Mexicana 4: 75-81.
- Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra. 1991. **Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* en the Tehuacán valley, México.** Journal of Ecology 79:961-971.
- Vázquez–Valdivia, H. 1992. **Los Otomíes / Hñähñü del Valle del Mezquital México:** INI. (Monografías de los Pueblos Indígenas de México).
- Vázquez–Yáñez, C. y A. Orozco–Segovia. 1984. **Fisiología ecológica de las semillas de arboles de la selva tropical.** Ciencias. 35:91-201.

INTERNET

<http://www.iucnredlist.org>, 09 de febrero del 2009.

Google Earth. 2012.

APÉNDICE I

Cuestionario para entrevistas.

1. Nombre de la persona.
2. ¿Cómo se conoce la planta que le muestro en la región?
3. ¿Conoce algún uso que se le dé a esta planta en la región?
4. ¿Cuál es el uso más frecuente para esta planta?
5. ¿Qué tamaño presentan las plantas que utiliza, y en que se basa para escoger las plantas?
6. ¿En qué época es más frecuente el uso de la planta?
7. ¿Qué parte de la planta utiliza, cómo la utiliza y con qué frecuencia?
8. Presenta algún valor económico o estético el uso y la presencia de la planta en la zona.
9. A ustedes como pobladores de la región, ¿es común el utilizar esta planta o no presenta interés por ella?
10. ¿Por qué medio usted aprendió el uso de la planta y por cuantas generaciones ha sido utilizada en su familia?



Imágenes utilizadas para la ubicación de la especie por los entrevistados, Imagen obtenida del catalogo de la CONABIO, 2009.

APÉNDICE II

Cuadro de Censo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Julián Villagrán	5	6	8	Vegetativo
Julián Villagrán	7	14	12	Vegetativo
Julián Villagrán	9	14	12	Vegetativo
Julián Villagrán	10	17	10	Vegetativo
Julián Villagrán	10	15	11	Vegetativo
Julián Villagrán	12	19	13	Vegetativo
Julián Villagrán	12	19	14	Vegetativo
Julián Villagrán	12	17	13	Vegetativo
Julián Villagrán	12	22	13	Vegetativo
Julián Villagrán	13	20	11	Vegetativo
Julián Villagrán	13	20	11	Vegetativo
Julián Villagrán	13	20	11	Vegetativo
Julián Villagrán	13	20	12	Vegetativo
Julián Villagrán	14	20	13	Vegetativo
Julián Villagrán	14	25	13	Vegetativo
Julián Villagrán	14	21	14	Vegetativo
Julián Villagrán	15	23	13	Vegetativo
Julián Villagrán	16	25	13	Vegetativo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Julián Villagrán	16	25	14	Vegetativo
Julián Villagrán	16	15	14	Vegetativo
Julián Villagrán	17	29	18	Vegetativo
Julián Villagrán	17	26	18	Vegetativo
Julián Villagrán	17	23	15	Vegetativo
Julián Villagrán	18	30	15	Vegetativo
Julián Villagrán	18	24	15	Vegetativo
Julián Villagrán	20	25	20	Vegetativo
Julián Villagrán	20	28	20	Vegetativo
Julián Villagrán	20	31	20	Vegetativo
Julián Villagrán	20	28	13	Vegetativo
Julián Villagrán	20	26	13	Vegetativo
Julián Villagrán	20	24	13	Vegetativo
Julián Villagrán	22	23	18	Vegetativo
Julián Villagrán	22	30	18	Vegetativo
Julián Villagrán	23	29	21	Vegetativo
Julián Villagrán	23	32	22	Vegetativo
Julián Villagrán	23	34	21	Vegetativo
Julián Villagrán	24	27	22	Vegetativo
Julián Villagrán	24	31	22	Vegetativo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Julián Villagrán	27	33	30	Vegetativo
Julián Villagrán	27	42	30	Vegetativo
Julián Villagrán	27	38	30	Vegetativo
Julián Villagrán	27	38	30	Vegetativo
Julián Villagrán	28	42	28	Vegetativo
Julián Villagrán	28	35	29	Vegetativo
Julián Villagrán	28	47	21	Vegetativo
Julián Villagrán	30	40	22	Vegetativo
Julián Villagrán	30	45	22	Vegetativo
Julián Villagrán	31	40	30	Vegetativo
Julián Villagrán	32	40	26	Vegetativo
Julián Villagrán	32	40	26	Vegetativo
Julián Villagrán	32	53	30	Vegetativo
Julián Villagrán	32	50	30	Vegetativo
Julián Villagrán	32	44	30	Vegetativo
Julián Villagrán	32	44	30	Vegetativo
Julián Villagrán	33	50	32	Vegetativo
Julián Villagrán	33	71	32	Vegetativo
Julián Villagrán	33	60	34	Vegetativo
Julián Villagrán	33	44	32	Vegetativo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Julián Villagrán	33	24	34	Vegetativo
Julián Villagrán	34	57	35	Vegetativo
Julián Villagrán	34	39	33	Vegetativo
Julián Villagrán	35	50	30	Reproductivo
Julián Villagrán	35	58	30	Reproductivo
Julián Villagrán	35	58	30	Reproductivo
Julián Villagrán	36	58	31	Reproductivo
Julián Villagrán	36	40	31	Reproductivo
Julián Villagrán	36	46	31	Reproductivo
Julián Villagrán	37	49	34	Reproductivo
Julián Villagrán	37	38	34	Reproductivo
Julián Villagrán	37	58	34	Reproductivo
Julián Villagrán	39	75	34	Reproductivo
Julián Villagrán	39	33	34	Reproductivo
Julián Villagrán	40	58	31	Reproductivo
Julián Villagrán	40	68	34	Reproductivo
Julián Villagrán	40	30	34	Reproductivo
Julián Villagrán	40	50	34	Reproductivo
Julián Villagrán	42	49	31	Reproductivo
Julián Villagrán	43	50	35	Reproductivo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Julián Villagrán	44	54	31	Reproductivo
Julián Villagrán	44	54	31	Reproductivo
Julián Villagrán	45	50	30	Reproductivo
Julián Villagrán	45	67	30	Reproductivo
Julián Villagrán	46	60	30	Reproductivo
Julián Villagrán	47	70	32	Reproductivo
Julián Villagrán	48	62	30	Reproductivo
Julián Villagrán	48	70	30	Reproductivo
Julián Villagrán	49	63	34	Reproductivo
Julián Villagrán	49	60	34	Reproductivo
Julián Villagrán	50	46	31	Reproductivo
Julián Villagrán	52	64	33	Reproductivo
Julián Villagrán	52	50	37	Reproductivo
Julián Villagrán	54	59	35	Reproductivo
Julián Villagrán	55	66	33	Reproductivo
Julián Villagrán	56	75	31	Reproductivo
Julián Villagrán	58	70	34	Reproductivo
Julián Villagrán	59	59	42	Reproductivo
Julián Villagrán	60	86	36	Reproductivo
Julián Villagrán	60	70	36	Reproductivo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Julián Villagrán	60	70	34	Reproductivo
Julián Villagrán	60	64	30	Reproductivo
Julián Villagrán	60	67	30	Reproductivo
Julián Villagrán	63	70	35	Reproductivo
Julián Villagrán	67	65	32	Reproductivo
Julián Villagrán	69	50	37	Reproductivo
Julián Villagrán	70	80	30	Reproductivo
Julián Villagrán	70	80	30	Reproductivo
Julián Villagrán	75	78	40	Reproductivo
Julián Villagrán	80	70	45	Reproductivo
Julián Villagrán	85	98	43	Reproductivo
Tasquillo	5	3	5	Vegetativo
Tasquillo	7	6	8	Vegetativo
Tasquillo	8	5	10	Vegetativo
Tasquillo	9	6	10	Vegetativo
Tasquillo	11	5	8	Vegetativo
Tasquillo	12	18	13	Vegetativo
Tasquillo	12	8	8	Vegetativo
Tasquillo	13	12	12	Vegetativo
Tasquillo	16	12	11	Vegetativo
Tasquillo	16	13	13	Vegetativo
Tasquillo	17	12	13	Vegetativo
Tasquillo	17	14	11	Vegetativo
Tasquillo	18	11	14	Vegetativo
Tasquillo	19	13	12	Vegetativo
Tasquillo	19	16	22	Vegetativo
Tasquillo	19	12	20	Vegetativo
Tasquillo	20	13	13	Vegetativo
Tasquillo	20	14	13	Vegetativo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Tasquillo	23	16	21	Vegetativo
Tasquillo	23	14	21	Vegetativo
Tasquillo	23	17	21	Vegetativo
Tasquillo	23	22	21	Vegetativo
Tasquillo	26	18	21	Vegetativo
Tasquillo	26	17	30	Vegetativo
Tasquillo	26	17	20	Vegetativo
Tasquillo	27	22	22	Vegetativo
Tasquillo	27	18	19	Vegetativo
Tasquillo	27	18	21	Vegetativo
Tasquillo	28	22	21	Vegetativo
Tasquillo	28	20	24	Vegetativo
Tasquillo	28	19	13	Vegetativo
Tasquillo	29	22	25	Vegetativo
Tasquillo	29	17	26	Vegetativo
Tasquillo	30	18	22	Vegetativo
Tasquillo	33	22	27	Vegetativo
Tasquillo	35	24	21	Reproductivo
Tasquillo	36	23	24	Reproductivo
Tasquillo	36	27	34	Reproductivo
Tasquillo	39	25	23	Reproductivo
Tasquillo	41	37	23	Reproductivo
Tasquillo	42	29	31	Reproductivo
Tasquillo	42	35	26	Reproductivo
Tasquillo	43	28	29	Reproductivo
Tasquillo	44	63	19	Reproductivo
Tasquillo	44	36	31	Reproductivo
Tasquillo	44	23	26	Reproductivo
Tasquillo	45	31	30	Reproductivo
Tasquillo	46	40	30	Reproductivo
Tasquillo	46	34	30	Reproductivo
Tasquillo	46	32	24	Reproductivo
Tasquillo	46	45	26	Reproductivo
Tasquillo	48	33	30	Reproductivo
Tasquillo	48	28	27	Reproductivo
Tasquillo	48	39	32	Reproductivo
Tasquillo	48	30	30	Reproductivo
Tasquillo	49	46	33	Reproductivo
Tasquillo	49	31	36	Reproductivo
Tasquillo	50	33	28	Reproductivo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
Tasquillo	50	50	30	Reproductivo
Tasquillo	51	56	32	Reproductivo
Tasquillo	52	32	29	Reproductivo
Tasquillo	52	43	28	Reproductivo
Tasquillo	53	41	33	Reproductivo
Tasquillo	54	37	35	Reproductivo
Tasquillo	58	52	36	Reproductivo
Tasquillo	58	34	33	Reproductivo
Tasquillo	59	46	31	Reproductivo
Tasquillo	60	45	30	Reproductivo
Tasquillo	60	43	42	Reproductivo
Tasquillo	62	46	33	Reproductivo
Tasquillo	62	47	32	Reproductivo
Tasquillo	62	43	33	Reproductivo
Tasquillo	63	75	31	Reproductivo
Tasquillo	63	65	37	Reproductivo
Tasquillo	63	49	34	Reproductivo
Tasquillo	63	46	34	Reproductivo
Tasquillo	64	43	39	Reproductivo
Tasquillo	64	43	36	Reproductivo
Tasquillo	65	51	30	Reproductivo
Tasquillo	66	64	33	Reproductivo
Tasquillo	66	64	34	Reproductivo
Tasquillo	67	50	32	Reproductivo
Tasquillo	69	46	37	Reproductivo
Tasquillo	70	56	30	Reproductivo
Tasquillo	72	44	36	Reproductivo
Tasquillo	72	57	34	Reproductivo
Tasquillo	73	54	44	Reproductivo
Tasquillo	74	49	37	Reproductivo
Tasquillo	77	70	40	Reproductivo
Tasquillo	78	80	43	Reproductivo
Tasquillo	82	53	43	Reproductivo
Tasquillo	83	114	53	Reproductivo
Tasquillo	84	58	34	Reproductivo
Tasquillo	85	54	44	Reproductivo
Tasquillo	87	94	60	Reproductivo
Tasquillo	88	72	31	Reproductivo
Tasquillo	97	75	57	Reproductivo
Tasquillo	116	147	42	Reproductivo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
El Cardonal	50	47	28	Reproductivo
El Cardonal	50	46	28	Reproductivo
El Cardonal	50	45	28	Reproductivo
El Cardonal	50	51	30	Reproductivo
El Cardonal	50	48	28	Reproductivo
El Cardonal	50	46	28	Reproductivo
El Cardonal	50	47	28	Reproductivo
El Cardonal	50	45	29	Reproductivo
El Cardonal	50	45	29	Reproductivo
El Cardonal	50	46	29	Reproductivo
El Cardonal	50	46	30	Reproductivo
El Cardonal	50	47	30	Reproductivo
El Cardonal	50	48	30	Reproductivo
El Cardonal	50	51	30	Reproductivo
El Cardonal	50	50	30	Reproductivo
El Cardonal	51	50	30	Reproductivo
El Cardonal	51	57	32	Reproductivo
El Cardonal	52	33	29	Reproductivo
El Cardonal	52	43	28	Reproductivo
El Cardonal	53	43	33	Reproductivo
El Cardonal	53	40	33	Reproductivo
El Cardonal	54	44	32	Reproductivo
El Cardonal	54	38	35	Reproductivo
El Cardonal	55	45	28	Reproductivo
El Cardonal	55	50	34	Reproductivo
El Cardonal	56	48	34	Reproductivo
El Cardonal	57	49	34	Reproductivo
El Cardonal	58	53	35	Reproductivo
El Cardonal	58	35	33	Reproductivo
El Cardonal	59	42	30	Reproductivo
El Cardonal	59	47	31	Reproductivo
El Cardonal	60	46	30	Reproductivo
El Cardonal	60	44	42	Reproductivo
El Cardonal	62	47	33	Reproductivo
El Cardonal	62	48	32	Reproductivo
El Cardonal	62	44	33	Reproductivo
El Cardonal	63	76	31	Reproductivo
El Cardonal	63	66	37	Reproductivo
El Cardonal	63	50	34	Reproductivo
El Cardonal	63	56	34	Reproductivo

Localidad	Altura cm	Diámetro Cm	No. de costillas	Estado de desarrollo
El Cardonal	64	44	39	Reproductivo
El Cardonal	64	43	36	Reproductivo
El Cardonal	65	51	30	Reproductivo
El Cardonal	66	64	33	Reproductivo
El Cardonal	67	64	34	Reproductivo
El Cardonal	67	50	32	Reproductivo
El Cardonal	69	46	37	Reproductivo
El Cardonal	70	56	30	Reproductivo
El Cardonal	70	44	36	Reproductivo
El Cardonal	70	57	34	Reproductivo
