

Informe final* del Proyecto G017
Polinización biótica y dispersión de semillas de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla

Responsable: Dr. Alfonso Valiente Banuet
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ecología
Departamento de Ecología Funcional y Aplicada
Dirección: Av. Universidad # 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, DF, 04510 , México
Correo electrónico: valiente@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: Tel: 5622 9010
Fecha de inicio: Junio 15, 1995
Fecha de término: Octubre 3, 1997
Principales resultados: Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Valiente Banuet, A. 1998. Polinización biótica y dispersión de semillas de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. G017.** México D. F.

Resumen:

En el presente trabajo se pretende conocer las variaciones estacionales en el número y composición del gremio de los polinizadores y dispersores de semillas de las cactáceas columnares que son importantes para la conservación de la biodiversidad en el Valle de Tehuacán, definidas como aquellas que por su abundancia son componentes dominantes fisonómicos de la vegetación en ciertas zonas del Valle, así como aquellas que por su distribución restringida están amenazadas. Las especies consideradas de manera preliminar por ser endémicas del Valle de Tehuacán y la cuenca del Balsas son *Neobuxbania mezcalaensis*, *N. weberi* y *Stenocerus prunosus*, esta última solamente endémica de México y *Neobuxbaumia tetetzo* solo para la parte de fructificación ya que su biología floral ya fue estudiada por los autores.

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

**"POLINIZACION BIOTICA Y DISPERSIÓN DE
SEMILLAS DE CACTACEAS COLUMNARES EN EL
VALLE DE TEHUACAN, PUEBLA"**

INFORME FINAL GO37



Reporte Final (Junio 1995-Mayo 1996)

Proyecto

"Polinización Biótica y Dispersión de semillas de Cactáceas

Columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla"

Dr. Alfonso Valiente-Banuet

Centro de Ecología, UNAM

Introducción

La polinización biótica de las plantas es un proceso mediante el cual la planta produce una recompensa, en general polen o néctar, y obtiene a cambio el transporte de polen de anteras a estigma. Es una relación benéfica para ambas partes involucradas y en ocasiones un proceso del cual depende la sobrevivencia de muchas especies de plantas y animales (Faegri & van der Pijl 1979). Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en las últimas décadas teniéndose muchos trabajos sobretodo de índole descriptivo en donde se relacionan listas de plantas y animales o bien se analiza en detalle la polinización de una especie de planta en un sitio (ver Faegri & van der Pijl 1979, para una revisión). Sin embargo poco se sabe acerca de la polinización de plantas tropicales como las cactáceas columnares y menos aún acerca de las variaciones estacionales en la composición del gremio de los polinizadores y concomitantemente de la sucesión en los periodos de floración estacional de las plantas con polinización biótica.

De la misma manera se *reconoce* que el establecimiento, es decir la germinación de las *semillas* seguida por la *emergencia* de las plántulas y su mantenimiento en la comunidad, es otro de los puntos críticos para la conservación de las poblaciones naturales. De esta forma, se ha mostrado que en zonas áridas las plantas requieren de un arbusto nodriza que dé *sombra y proteja a las* semillas y plántulas de la radiación directa y por lo tanto de las temperaturas extremas (Valiente-Banuet *et al* 1991 *a, b y c*). El problema es asegurar que las semillas encuentren lugares seguros para germinar y establecerse. Esto generalmente se ha resuelto utilizando un agente biológico que transporte las semillas desde los frutos hasta los sitios de germinación.

El propósito de este trabajo es analizar la variación estacional en la composición y las fluctuaciones numéricas del gremio de los polinizadores y de las cactáceas columnares polinizadas por ellos, en una zona árida tropical en el estado de Puebla, así como evaluar el papel de los animales que visitan los frutos como posibles vías para alcanzar sitios *seguros* para el establecimiento.

Antecedentes

México es un país cubierto en casi un 60% por zonas áridas y semiáridas (Rzedowski 1978). Sin embargo, estas zonas han recibido poca atención por parte de los investigadores, siendo consideradas como zonas pobres en diversidad y donde las interacciones bióticas son irrelevantes para explicar la organización y diversidad de las comunidades. Recientemente se ha mostrado que las zonas áridas de México son sitios de sorprendente diversidad vegetal y animal (Dávila *et al.* 1993; Valiente-Banuet *et al.* *en prensa*) en donde adicionalmente, se encuentran concentradas un gran número de especies endémicas. *Por ejemplo*, en el *Valle de Tehuacán-Cuicatlán* se han detectado un total de 2750 especies de plantas siendo el 30% de éstas, endémicas al *Valle*. En este mismo sitio junto con la cuenca del Balsas, podemos encontrar cerca de 45 especies de cactáceas columnares, siendo éste el centro de endemismo y diversidad mundial para este grupo de plantas. En el Valle de Tehuacán las cactáceas columnares son el elemento fisonómicamente dominante de la vegetación (Valiente-Banuet *et al.* 1991a,b) cubriendo grandes extensiones en donde forman verdaderos bosques mono o pluriespecíficos. Se ha mostrado que estas plantas determinan la presencia y la abundancia relativa de otras que coexisten con ellas, así como que ellas dependen de otras plantas para procesos tan importantes como el establecimiento (Valiente-Banuet *et al.* 1991 a b y c). Sin embargo, no se sabe nada acerca del proceso de la reproducción, siendo ésta una de las fases críticas para la sobrevivencia y el mantenimiento de las especies y siendo estas especies dominantes en la comunidad, su éxito reproductivo puede repercutir sobre la estructura de ésta.

En desiertos extratropicales como el *desierto Sonorense en México* y Arizona se ha visto que las cactáceas columnares dominantes como el saguaro (*Carnegiea gigantea*) o el cardón (*Pachycereus pringlei*) son polinizadas por un gremio amplio de visitantes que incluyen murciélagos, aves percheras, colibríes, abejas, abejorros y mariposas diurnas y nocturnas (Alcorn *et al.* 1959, 1962, 1963; Mc Gregor *et al.* 1959, 1962; Fleming 1993; Fleming *et al.* 1994). En contraste en un desierto intertropical en Venezuela Soriano *et al.* (1991) y Sosa y Soriano (1992) encontraron una relación estrecha entre 3 especies de cactáceas columnares y dos especies de murciélagos nectarívoros.

Haciendo un análisis bibliográfico y de herbarios Valiente-Banuet *et al.* (1996) encontraron que dentro de la tribu Pachycereae a la que pertenecen las cactáceas columnares, el síndrome de polinización

(definido como en Faegri & van der Pijl 1979) predominante es el de quiropterofilia, es decir polinización por murciélagos. La mayoría de las flores de las cactáceas columnares analizadas presentan coloración blanca, antesis nocturna, producción de grandes cantidades de néctar, olores *fuertes* y *flores* tubulares pero robustas. Sin embargo, no se sabe quien o quienes son sus visitantes en condiciones naturales, ni cual es el papel de cada uno de estos en la reproducción de las plantas.

Los murciélagos nectarívoros han sido catalogados como polinizadores específicos de muchas especies de plantas (Faegri & van der Pijl 1979). Son animales principalmente tropicales, con algunas especies que migran hacia el norte llegando hasta el sur de Estados Unidos. De estas especies se ha postulado que realizan migraciones que están espacial, temporal y geográficamente empalmadas con la floración de algunas especies de plantas como los Agaves. Sin embargo, algunas poblaciones de estas mismas especies que habitan en desiertos intertropicales parecen ser residentes o realizar solamente movimientos locales (Valiente-Banuet *et al.* 1996). Esto puede estar asociado a la disponibilidad permanente de recursos en desiertos cercanos a los trópicos, en donde las variaciones climáticas a lo largo del año son mucho menores que en desiertos norteros (Valiente-Banuet *et al.* 1996).

La relación que mantienen los murciélagos nectarívoros con las cactáceas columnares dominantes en los desiertos del centro de México es un tema que no ha sido estudiado y que por la importancia ecológica de este tipo de vegetación para nuestro país, merece consideración. Si pensamos conservar este ecosistema, haciendo un uso racional de él, debemos en primer lugar entender el proceso mediante el cual naturalmente se mantienen, es decir la reproducción. La dinámica poblacional de los polinizadores a lo largo de un ciclo estacional podría determinar el futuro de una comunidad vegetal y viceversa. Por esta razón es importante no solo entender el proceso reproductivo de una o varias especies de plantas y sus polinizadores asociados, sino también conocer sus variaciones anuales, para poder de manera global, predecir los cambios conjuntos de ambos miembros del mutualismo y con esto poder diseñar de manera racional políticas de uso, manejo y conservación de este recurso. De la misma manera se ha postulado, que muchos de estos murciélagos, al terminar el periodo de floración pueden consumir en mayor o menor medida frutos, siendo posibles dispersores de semillas (Fleming 1993). Esto aunado, al comportamiento de estos animales que después de ingerir sus alimentos buscan sitios para descansar, perchando en arbustos o

árboles (Howell 1979; Valiente-Banuet et al. 1996), nos hace pensar que sean los responsables de la dispersión dirigida de las semillas de cactáceas columnares y por lo tanto también los que posibilitan la permanencia de este tipo de comunidades vegetales en la zona (Valiente-Banuet *et al* 1991C).

El Valle de Tehuacán representa sin duda alguna, un patrimonio natural invaluable de nuestro país, por lo que todos los estudios que pretendan entender los procesos naturales mediante los cuales se formó y se mantiene dicha diversidad aportarán elementos imprescindibles para la conservación de sus recursos naturales. El presente proyecto de investigación es un proyecto integral que se está llevando a cabo en el Laboratorio de Ecología de Comunidades del Centro de Ecología, UNAM, bajo la dirección del Dr. Alfonso Valiente-Banuet, que pretende entender de manera global las causas que formaron y mantienen la alta diversidad presente en zonas áridas de México. Este proyecto se lleva a cabo en colaboración estrecha con investigadores del Herbario Nacional del Instituto de Biología, quienes estudian desde la perspectiva florística la vegetación de la zona.

Objetivo General:

Conocer las variaciones estacionales en el número y composición del gremio de los polinizadores y dispersores de semillas de las cactáceas columnares que son importantes para la conservación de la biodiversidad en el Valle de Tehuacán, definidas como aquellas que por su abundancia son componentes dominantes fisonómicos de la vegetación en ciertas zonas del Valle, así como aquellas que por su distribución restringida están amenazadas. Las especies consideradas de manera preliminar por ser endémicas del Valle de Tehuacán y la cuenca del Balsas son *Neobuxbaumia mezcalaensis*, *Neobuxbaumia macrocephala*, *Cephalocereus hoppenstedtii*, *Pachycereus hollianus*, *Stenocereus weberi* y *Stenocereus pruinosus*, este último solamente endémico de México y *Neobuxbaumia tetetzo* solo para la parte de fructificación ya que su biología floral ya fue estudiada por los autores. Concomitantemente, establecer las variaciones temporales en la disponibilidad de flores y frutos para poder explicar variaciones en la composición anual del sistema.

Objetivos Particulares

- 1) Conocer las variaciones estacionales en los números poblacionales y en la composición específica del gremio de los polinizadores poniendo especial énfasis en murciélagos, aves e insectos nectarívoros y polinívoros.
- 2) Conocer las variaciones estacionales en el número de flores disponibles así como en los periodos de floración de diferentes especies de cactáceas columnares.
- 3) Conocer cuales de los visitantes florales transportan polen como una medida para conocer cuales de estos son polinizadores y cuales solo actúan como ladrones de néctar. Adicionalmente, estas medidas servirán para elaborar una matriz de interacción planta animal en la zona.
- 4) Elaborar una colección de referencia del polen producido por las diferentes plantas que produzcan flores en la zona de estudio a lo largo del año, con el propósito de identificar por comparación las especies de polen encontradas en el cuerpo de los visitantes florales.
- 5) Elaborar una matriz de interacción planta-animal para la zona y estudiar sus cambios estacionales. 6) De las especies seleccionadas se determinará su sistema reproductivo, evaluando la importancia específica de cada visitante floral y su efecto sobre la adecuación de la planta, medido como la producción de semillas.
- 7) Determinar mediante observaciones nocturnas y diurnas, el papel de los visitantes de los frutos como posibles dispersores de semillas, observando sus patrones de forrajeo-descanso. Esto, tratando de poner a prueba la hipótesis de que los mejores dispersores serán aquellos que consuman los frutos y descansen parchados en los arbustos (posibles nodrizas para las cactáceas), defecando mientras descansan.

Metodología:

Para determinar los periodos de floración y fructificación de las cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán así como la matriz de interacción planta-animal, se pretende realizar una salida al mes al área de estudio en donde se realicen las siguientes actividades:

- 1) Se colocará un transecto de 10 redes de niebla separadas entre sí por aproximadamente 100 metros. Estas redes se colocarán al atardecer del primer día de cada visita y se dejarán abiertas día y noche durante

tres noches y tres días. Durante todo este periodo se identificarán todos los animales capturados, tomando los datos merísticos pertinentes de acuerdo a la clase zoológica a la que pertenezca el animal (i.e. Aves, Mammalia, Insecta).

Una vez identificados se anotará la hora, fecha y sexo si es posible. A cada ejemplar se le tomará un *muestra del polen* que pueda tener adherido al cuerpo utilizando la técnica de Beattie (1971) en donde se utiliza una gelatina teñida con fucsina básica, de la cual se toma un pequeño cubo con unas pinzas y se frota contra el cuerpo del animal. Este cubo se pone sobre un portaobjetos y con un encendedor convencional se calienta hasta que la gelatina se derrite, tapándolo entonces con un cubreobjetos. Con esta técnica es posible obtener preparaciones permanentes que en el laboratorio, bajo el microscopio óptico pueden ser determinadas por comparación con preparaciones hechas de la misma manera solo que tomando como fuente de polen a las flores. Con esta técnica se determinará quienes son los visitantes florales así como qué especies de plantas están visitando a lo largo del año. Cada animal capturado se marcará utilizando anillos plásticos de colores para las patas en el caso de las aves y collares con anillos similares en el caso de los murciélagos. La posición y dirección del transecto de redes se determinará al azar.

2) En un transecto similar al anterior se colectarán usando redes entomológicas insectos que visiten las flores. A estos organismos se les someterá al mismo procedimiento descrito anteriormente.

3) Utilizando cinco transectos de 300 metros de largo por 10 de ancho cuya posición se determinará al azar y será la misma a lo largo de todo el trabajo, se contará el número de flores de cada cactácea columnar presente con el objeto de correlacionar la abundancia y diversidad del gremio de los visitantes florales con la abundancia de los recursos.

*Al mismo tiempo, y en las plantas consideradas como importantes para la conservación de los recursos naturales del Valle (preliminarmente *Neobuxbaumia rnezcalaensis*, *Neobuxbaumia macrocephala*, *Cephalocereus hoppenstedtii*, *Pachycereus hollianus*, *Stenocereus weberi* y *Stenocereus pruinosus*, especies endémicas de México y exceptuando a *Stenocereus pruinosus*, todas las demás endémicas del Valle de Tehuacán y cuenca del Balsas. Solamente para el caso de fructificación se estudiará a *Neobuxbaumia tetetzo* especie también endémica del Valle) se determinarán los siguientes aspectos:*

4) Con ayuda de binoculares y lentes de visión nocturna se efectuarán observaciones acerca de los patrones de forrajeo-descanso, tanto en los visitantes de los frutos diurnos como nocturnos.

Con estos datos se tendrá: un catálogo de quienes son los visitantes florales y de los frutos de las cactáceas columnares, los patrones *de* actividad de cada una de las especies de visitantes, así como las abundancias de las flores y frutos de las diferentes especies de cactáceas columnares, siendo toda esta información indispensable para entender de manera global la dinámica del sistema.

En el laboratorio se tomarán fotografías bajo el microscopio óptico de los granos de polen de las diferentes especies de plantas para elaborar un catálogo polínico de la zona que sirva como referencia para determinar el polen encontrado en los animales.

Una vez elaborado el catálogo *de polen se* procederá a analizar las laminillas procedentes de los animales identificando presencia ausencia del polen de las diferentes especies de plantas recolectadas. Para esto se recorre el portaobjetos en su totalidad bajo el microscopio para detectar todos los granos de polen presentes. Gracias a la fucsina solo se tiñen de rosa los granos de polen, quedando toda la basura sin teñir. Estas identificaciones se harán siempre por una sola persona.

5) Para cada especie de planta se determinarán los aspectos más relevantes de la biología floral y del sistema de reproducción de las plantas. Para esto se embolsarán, utilizando una escalera *telescópica*, un número grande de botones florales (entre 50 y 150, de acuerdo a su disponibilidad) sometiénolos a los siguientes tratamientos:

i) Polinización nocturna: las flores recién abiertas y previamente embolsadas se abren durante la noche, permitiéndose únicamente la libre llegada de visitantes nocturnos.

ii) Polinización diurna: de la misma manera, sólo que se retiran las bolsas durante el día.

iii) Autopolinización automática: solamente se embolsan los botones y no se les hace ningún tratamiento. iv)

Autopolinización manual: con un pincel delgado utilizando flores embolsadas cuando botones, se transfiere el polen de anteras a estigma dentro de la misma flor.

v) Polinización cruzada manual: utilizando flores en las mismas condiciones descritas anteriormente, se transfiere manualmente polen utilizando como donador a una planta distinta a la de la flor tratada.

Todas las flores así tratadas se embolsan cubriéndose perfectamente con una bolsa de tul fino fabricadas con dimensiones especiales para cada planta, y se dejan hasta que produzcan frutos. Estos se colectan y se cuentan el número de semillas producidas como una medida del éxito, medido como uno de los componentes de la adecuación.

Para cada planta se tomarán todos los datos de su biología floral, es decir, forma, tamaño, color, posición y olor de las flores medidas florales (para correlacionar con los datos merísticos de los animales), tiempo de apertura y cierre y durante éste, periodos de receptividad.

Resultados y productos esperados:

Durante esta primera fase del trabajo se pretende conjuntar la información global que permita conocer de manera detallada el proceso de la reproducción de las plantas más importantes por ser dominantes fisonómicas de grandes áreas o por ser únicas del lugar, del Valle de Tehuacán. Se pretende que estos datos formen parte de publicaciones originales en revistas de circulación internacional y que al mismo tiempo, sirvan como información básica para poder establecer políticas de uso y manejo ~ e n t a b l e de estas zonas del país. Adicionalmente, se producirá una tesis de maestría del Biol. Alberto Rojas Martínez así como se iniciará con los trabajos de campo de la tesis doctoral del Biol. Héctor Godínez. Asimismo, se dará inicio a la elaboración de un catálogo palinológico de la flora cactológica *del Valle de Tehuacán* y de las flores visitadas por los diferentes grupos de animales.

RESULTADOS

Informe de Actividades

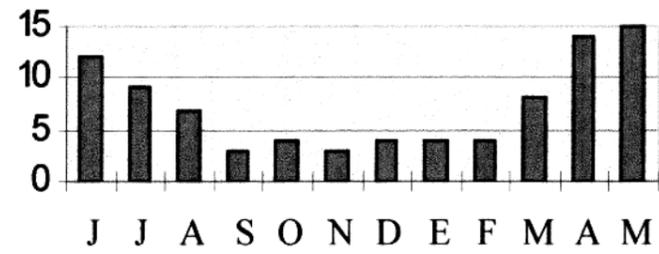
Durante todo el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo salidas al campo aproximadamente cada quince días en donde se tomaron los datos de fenología de las cactáceas columnares y de presencia de los murciélagos nectarívoros en el área. Durante estas mismas salidas, se determinó las especies susceptibles de ser estudiadas en detalle en cuanto a su biología reproductiva, tomándose en estos casos los datos correspondientes a biología floral y llevándose a cabo los tratamientos experimentales para conocer su sistema reproductivo así como discriminar entre los visitantes florales y los polinizadores y dispersores. Durante todas las salidas se colectó polen de las plantas escogidas para el trabajo detallado elaborándose preparaciones de referencia para comparar con el polen colectado del cuerpo de los visitantes. Las plantas elegidas *a priori* para la realización del estudio detallado fueron estudiadas en su totalidad añadiendo a la lista una especie *Cephalocereus chrysacanthus*.

Parte 1. Fenología de las Especies

a) fenología floral de las cactáceas columnares

La mayoría de las especies de cactáceas columnares florecen entre abril y agosto (Fig. 1 A y Tabla 1 y 2) con un máximo en mayo en donde encontramos 15 especies floreciendo de manera sincrónica. Es interesante notar que aunque existe un periodo del año en donde la abundancia de flores es mayor, el recurso está disponible durante todo el año incluyéndose los *meses fríos y secos* del año.

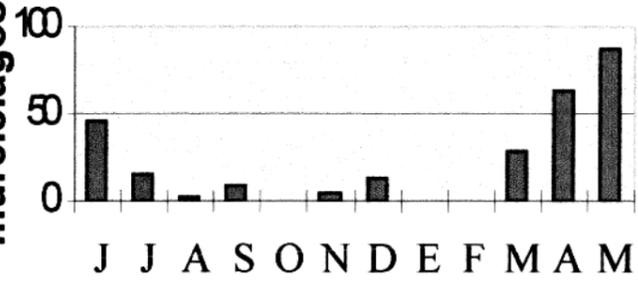
Especies con Flor



Meses

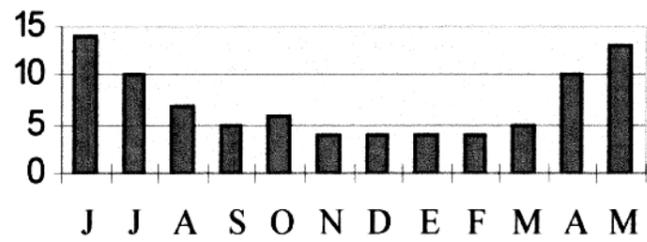


Número de murciélagos



Meses

Especies con Fruto



Meses

Tabla 1. Especies de Cactáceas Columnares que tenían flores (f) y/o frutos (F) durante el periodo de estudio.

Especie de, Planta	M	J	J	S	O	N	D	E	F	M	A	M
<i>Cephalocereus chrysacanthus</i>	fF	fF	fF		F	F	fF	fF	fF	fF	fF	fF
<i>C. hoppenstedtii</i>	fF	fF										f
<i>Eschontria chiotilla</i>	fF	fF	fF	F	fF						fF	fF
<i>Hylocereus undatus</i>	fF	fF	fF	F								
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	fF	fF			F			fF	fF	fF	fF	fF
<i>Mitrocereus fulviceps</i>	fF	fF	fF							f	f	fF
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	fF	fF	fF							f	fF	fF
<i>N. mezcalaensis</i>	fF										f	fF
<i>N. tetetzo</i>	fF	F									f	fF
<i>Pachycereus hollianus</i>	fF	fF	fF	fF	fF		fF			fF	fF	fF
<i>Polaskia chichipe</i>	fF			fF	fF	fF	fF				fF	fF
<i>Stenocereus dumortieri</i>	F			F							fF	fF
<i>S. marginatus</i>	F									f	fF	fF
<i>S. pruinosus</i>											fF	fF
<i>S. stellatus</i>	fF	fF		f	fF	fF	fF	fF	fF	fF	f	f
<i>S. weberii</i>			fF	fF	fF			fF	fF	fF	fF	fF
Totales con flor por mes	12	9	7	3	4	3		4		8	14	15
Totales con fruto por mes	14	10	7	5	5	4	4	4	4	5	10	13

Tabla 2. Conteos del Número de Flores por Hectárea por Noche durante los picos de floración de las diferentes especies

	MES DEL AÑO	# DE FLORES
	Marzo	18
	Abril	30
	Mayo	5
<i>Neobuxbaumia maerocephala</i>	<i>Abril</i>	27
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	<i>Abril</i>	195
	<i>Mayo</i>	35
	<i>Marzo</i>	10
<i>Sienocereus weberi</i>	Enero	57

b) Patrones de producción de néctar de las cactáceas columnares

Fig. 2. Producción de néctar de *Cephalocereus chrysacanthus*

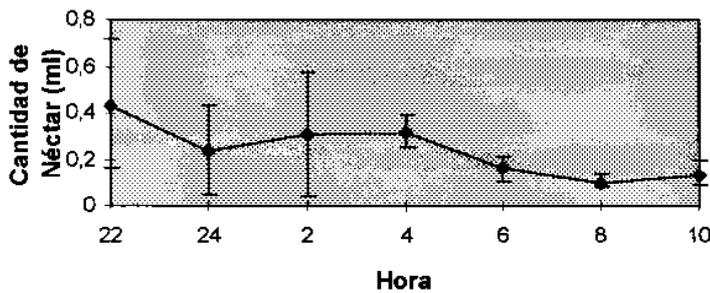


Fig. 3 Producción de néctar de *Mitrocereus fulviceps*

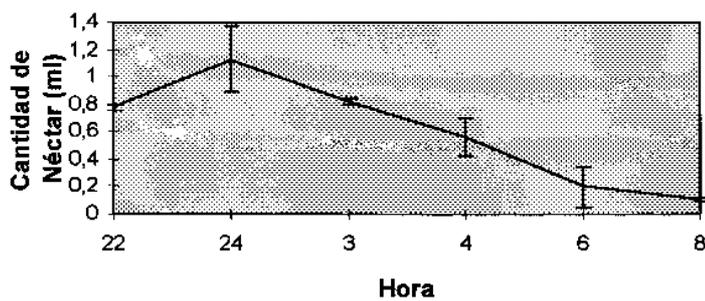
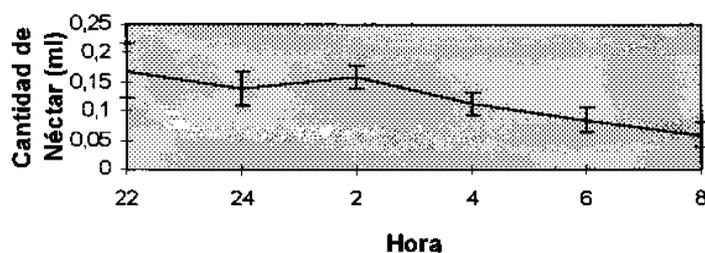
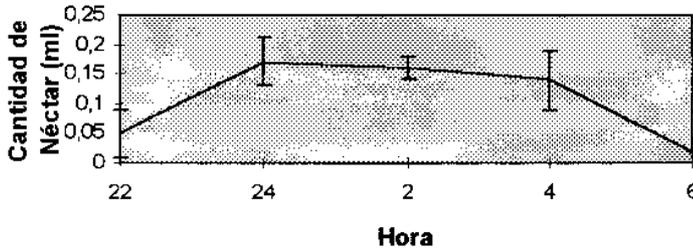


Fig. 4. Producción de néctar en *Pachycereus hollianus*



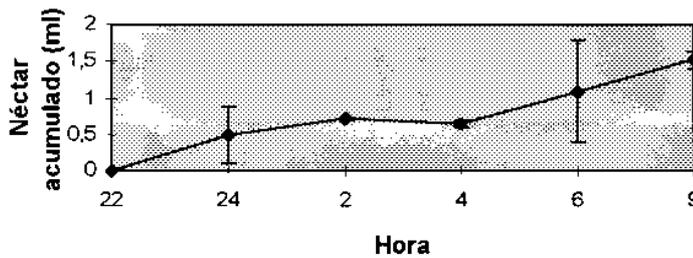
La curva de producción de néctar se registró para un total de 5 especies consideradas como importantes por ser elementos dominantes fitosomáticamente y por presentar floración masiva en el año de estudio (*Neobuxbaumia tetetzo*, *Cephalocereus hoppenstedtii*, *Cephalocereus chrysacanthus*, *Mitrocereus fulviceps*, *Pachycereus hollianus*; Figs. 26). En otras tres especies solamente pudo ser registrado el néctar acumulado durante todo el periodo de receptividad en las flores (*Stenocereus pruinosus*, *Neobuxbaumia mezcalaensis* y *Stenocereus weherii*; Tabla 3). La concentración del néctar solamente pudo ser determinada correctamente en 4 especies de plantas (Tabla 4) debido a problemas con el funcionamiento del refractómetro de campo utilizado.

Fig. 5. Producción de néctar en *Cephalocereus hoppenstedtii*



Es interesante notar que para todas las especies excepto *Neobuxbaumia tetetzo* la cantidad máxima de néctar producido se encuentra entre las 22 y las 24 hrs, lo cual concuerda con el pico de animales capturados (Rojas-Martínez 1996). En todos los 6 casos la producción es constante y comienza tarde en la noche manteniéndose hasta el cierre de las flores.

Fig. 6. Producción de néctar en *Neobuxbaumia tetetzo*



c) fenología de los frutos de las cactáceas columnares
La fructificación de las cactáceas columnares

en *el Valle de Tehuacán* presenta un patrón muy similar al de la 9 floración con un pico de especies en fructificación durante el verano en el mes de junio en donde 14 especies presentan frutos de manera sincrónica. Al

igual que las flores los frutos de estas plantas son un recurso que se presenta de manera continua durante todo el año.

d) fluctuaciones de los visitantes a estas plantas
Se capturaron 3 especies de murciélagos en los bosques de cactáceas en el Valle de Tehuacán durante el periodo de este estudio (Fig. 1, Tabla 5). Es notoria la disminución drástica en el número de ejemplares capturados utilizando el mismo esfuerzo de muestreo, *durante el* invierno donde la captura baja

cortas en donde no se logró capturar ejemplares y tampoco pudieron ser observados durante las caminatas nocturnas de observación, esto es durante el mes de octubre y entre enero y febrero. Aparentemente estas "desapariciones" obedecen a movimientos altitudinales que estos animales están haciendo hacia otras partes del Valle en donde la vegetación predominante es la selva baja caducifolia y en donde los picos de floración y fructificación de varias especies de plantas polinizadas y dispersadas por murciélagos se presentan durante el invierno (Rojas-Martínez, 1996).

También se encontraron especies de hábitos diurnos visitando las flores de las cactáceas columnares aunque su papel como polinizadores es dudoso, debido a la carencia de polen en sus cuerpos y a los resultados obtenidos en los tratamientos experimentales. Las especies de visitantes diurnos que podríamos catalogar como ladrones de néctar se presentan en la Tabla 6 y pertenecen a dos grandes grupos taxonómicos, por un lado las aves, representadas enteramente por colibríes y por otro las abejas. Es interesante mencionar que en el Valle de Tehuacán se encontró que las mismas especies que consumen polen y néctar de las cactáceas columnares consumen sus frutos, actuando en la mayoría de los casos como polinizadores y como dispersores de semillas de manera conjunta.

Tabla 3. Néctar Acumulado de tres especies de cactáceas columnares de Tehuacán

Especie	Néctar Acumulado	Concentración
<i>Stenocereus pruinosus</i>	2,05 ± 0,173	25 t 1,41
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	0.51 f 0.21	
<i>Stenocereus weberí</i>	3.0	

Tabla 4. Concentración del néctar (% de azúcares) de cuatro especies de cactáceas columnares y un agave en Tehuacán.

Especie	Concentración de Néctar
<i>Cephalocereus chrysacanthus</i>	21.2
<i>Agave peacocki</i>	20.9
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	23
<i>Cephalocereus hoppensteatii</i>	23
<i>Mitrocereus fulvíceps</i>	17.4

Tabla 5. Número de ejemplares capturados de las diferentes especies de murciélagos en el Valle de Tehuacán, Puebla.

Especie de Murciélago		J	A	S	U	N	D	E	F	M	A	Total
<i>Leptonycteris curasoae</i>	28	1	0	5	0	2	5	0	0	10	50	48
<i>L. nivalis</i>	2	0	0	0	0	0	6	0	0	13	4	8
<i>Choeronycteris mexicana</i>	15	14	3	3	0	2	1	0	0	5	8	32
<i>Total mes</i>	45	15	3	8		4	12	0	0	28	62	88

Tabla 6. Visitantes diurnos de las flores y frutos de las cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán.

Especie	Flores	Frutos
<i>Cynanthus latirostris</i>	*	
<i>Cyruarthus sordidus</i>	*	
<i>Amazilia violiceps</i>	*	
<i>Calothorax lucifer</i>	*	
<i>Apis mellifera</i>	*	
<i>Carpodacus mexicanus</i>		*
<i>Zenaida asiatica</i>		*
<i>Toxostoma curvirostre</i>		*
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>		*
<i>Melanerpes hypopolius</i>		*
<i>Picoides scalaris</i>		*
<i>Phainopepla nitens</i>		*
<i>Guiraca caerulea</i>		*
<i>Passerina versicolor</i>		*

Los frutos de las cactáceas columnares presentes en el Valle de Tehuacán son consumidos durante el día por un gremio amplio de visitantes que incluye diversas especies de aves que consumen pulpa y semillas generalmente. La forma en la que consumen los frutos las aves es cortando con el pico pequeñas porciones de pulpa que tragan inmediatamente. Por lo general las aves tienen la conducta, al igual que los murciélagos, de comer hasta saciarse y luego ir a descansar debajo de la sombra de los arbustos evitando

así la insolación excesiva. Esta es la conducta más común entre las aves observadas lo cual las convierte en posibles dispersores de buena calidad por estar depositando semillas bajo la sombra de los arbustos, condición que ha sido mostrada como necesaria para el establecimiento de las plántulas en el Valle de Tehuacán (Valiente-Banuet 1991). De cualquier forma el papel de los diferentes visitantes a los frutos debe evaluarse con cuidado ya que del tratamiento que sufren las semillas al pasar por el tracto digestivo de los animales puede depender su viabilidad y por lo tanto la calidad real del animal como dispersor. Este tema está siendo abordado por un estudiante de doctorado dirigido por el responsable de *este* proyecto, el Biol. Héctor Godínez A.

Parte II. Interacción

a) Avances en la elaboración del catálogo de polen

Se tiene colectado el polen de alrededor de 16 especies de cactáceas columnares y alrededor de 10 especies de plantas con flores quiropterófilas en preparaciones semipermanentes (Beattie 1971). El análisis de dichas preparaciones comenzó tarde debido a que el proveedor tardó mucho en surtir el equipo necesario para elaborar las fotografías y con esto el catálogo completo. Para los fines y alcances de este proyecto se decidió elaborar un catálogo preliminar incluyendo aquellas especies que fueron estudiadas en detalle en cuanto a su sistema reproductivo (ver Apéndice 1) así como las que fueron seguidas en cuanto a su fenología. De la misma forma en el apéndice 2 presentamos las fotografías de las plantas quiropterófilas encontradas.

b) Matriz de Interacción Planta-Animal

Las preparaciones realizadas tomando el polen presente en el cuerpo de los animales se compararon (alrededor de 500 preparaciones permanentes), utilizando fotografías y dibujos, con el obtenido de manera directa de las flores. Se encontró que solamente los murciélagos transportan polen de las cactáceas columnares por lo que los demás visitantes pueden ser catalogados como ladrones de néctar. En la Tabla 7 se presenta la matriz de interacción planta-animal mostrando en qué especies de animales se encontró el polen de las diferentes plantas estudiadas. No se cuantificaron cantidades sino presencia ausencia debido principalmente al hecho de que encontrar mucho polen en un animal puede ser reflejo de que la especie consume mucho néctar de esa planta y la "prefiere" pero también puede ser reflejo de que simplemente la planta produce mayores cantidades de polen que las otras especies (Arizmendi 1994).

Tabla 7. Matriz de Interacción entre las plantas y los murciélagos registrados en el Valle de Tehuacan, durante el presente estudio.

Plantas\Murciélagos	<i>L.curasoe</i>	<i>L.nivalis</i>	<i>C.mexicana</i>
<i>Cephalocereus chrysacanthus</i>	*	*	*
<i>C. hoppenstedtii</i>	*	*	*
<i>Eschontria chiotilla</i>	*		*
<i>Hylocereus undatus</i>	*		
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	*	*	*
<i>Mitrocereus fulviceps</i>	*	*	*
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	*	*	*
<i>N. mezcalaensis</i>	*	*	*
<i>N. tetetzo</i>	*	*	*
<i>Pachycereus hollianus</i>	*	*	*
<i>Polaskia chichipe</i>	*	*	*
<i>Stenocereus dumortieri</i>	*	*	*
<i>S. marginatus</i>	*	*	*
<i>S. pruinusus</i>	*	*	*
<i>S. stellatus</i>	*	*	*
<i>S. weberii</i>	*	*	*

Parte 111 Biología Floral y Reproductiva

Las cactáceas columnares estudiadas hasta este momento en el Valle de Tehuacán, Puebla, presentan sin variación a los visitantes nocturnos como los únicos capaces de promover la polinización, siendo en la mayoría de los casos las polinizaciones realizadas durante el día fallidas (Tabla 8). Esto sin duda se debe a que en todos los casos la antétesis comienza al anochecer, presentándose receptividad de anteras y estigma y producción de néctar durante la noche. Al amanecer las estructuras reproductivas ya no están turgentes y solo quedan los remanentes del néctar producido durante la noche (Valiente-Banuet et al. 1996, Valiente-Banuet et al. en prensa 1997, Valiente-Banuet et al. en prep. y A. Rojas-Martínez 1996). De esta forma los colibríes y las abejas pueden ser considerados como ladrones de néctar que utilizan esta recompensa en las primeras horas de la mañana mientras se cierran las flores. De igual forma, todas las cactáceas estudiadas en este trabajo son autoincompatibles produciendo semillas solo mediante el transporte externo de polen entre plantas (Tabla 8 y 9).

Es interesante señalar que solamente en el caso de *N. mezcalaensis* una muy pequeña proporción de las flores expuestas a polinización diurna son exitosas en la producción de frutos y semillas, siendo este probablemente un mecanismo de "seguridad" para mantener los niveles de producción de semillas aún en ausencia de los polinizadores principales (Valiente-Banuet et al. en prensa 1996). Estos datos concuerdan muy bien con los presentados por Valiente-Banuet et al. (1996) para *Neobuxbaumia tetetzo* así como con los reportados para otras zonas intertropicales de Venezuela por Sosa y Soriano (1992) y Soriano et al. (1991) en donde se sugiere que en estas zonas las cactáceas columnares se han especializado hacia un sistema de polinización específico muy eficiente basándose probablemente en la predecibilidad espacial y temporal del recurso polinizador. Contrastan con especies extratropicales como

el saguaro (*Carnegiea gigantea*) que puede ser polinizador por una gran variedad de animales tanto nocturnos como diurnos cuya eficiencia como polinizadores es muy homogénea (Alcorn *et al.* 1959, 1961, 1962; Fleming 1993; Mc Gregor *et al.* 1959, 1962). Adicionalmente contrastan con los presentados por Fleming (1993) y por otros autores anteriores en donde se señala que los murciélagos particularmente *L. curasoae*, la especie más común y abundante en el Valle de Tehuacán, son migratorios pasando el invierno en México y la primavera y verano en Sonora y Arizona. En el Valle de Tehuacán los recursos alimenticios están presentes durante todo el año y los murciélagos también siendo los responsables de la reproducción de la mayoría de las cactáceas columnares incluyendo aquellas que como *S. weberi* florecen únicamente durante el invierno fuera del pico de floración y fructificación de las cactáceas columnares que ocurre en primavera verano cuando los murciélagos son extremadamente abundantes (Rojas-Martínez 1996 y Valiente-Banuet *et al.* 1996b). De esta forma es claro que cuando los murciélagos deberían estar ausentes del centro de México (primavera-verano), de acuerdo a la hipótesis de la migración latitudinal, concuerda con el pico de fructificación y floración de las cactáceas columnares y con la máxima abundancia de estos animales en el Valle. Durante el invierno, cuando los recursos en el Valle son más escasos, es probable que estos animales estén moviéndose de manera altitudinal hacia las selvas bajas caducifolias que se presentan en las partes un poco más altas y húmedas (Rojas-Martínez 1996).

Tabla 8. Resumen de las características de los sistemas reproductivos de las cactáceas columnares

Especie de Planta	Periodo de Reproduccion	Tipo de Antesis	Visitantes Florales	Polinizador	Visitantes Frutos
<i>N.mezcalensis</i>	Abril-Junio	Nocturna	Lc, Ln, Cm, Am, Tsp., Cs	Nocturnos y diurnos	Lc, Ln, Cm, Aj, Tc, Za, Cam, Mh, Cb, Pn.
<i>N.macrocephala</i>	Marzo-Agosto	Nocturna	Lc, Ln, Cm, Am, Tsp., Cs.	Solo nocturnos	Lc, Ln, Cm, Aj, Tc, Za, Cam, Mh, Cb, Pn.
<i>N.tetetzo</i>	Abril-Junio	Nocturna	Lc, Cm, Am, Cs, Av	Solo nocturnos	Lc, Cm, Aj, Cam, Za, Mh, Cb, Tc, Cp, Gc, Pn.
<i>C.hoppenstedtii</i>	Mayo-Julio	Nocturna	Lc, Cm, Ln, Am, Cs	Solo nocturnos	Lc, Cm, Aj, Cam, Za, Mh, Cb, Tc, Cp, Gc, Pn.
<i>C.chrysacanthus</i>	Octubre-Agosto	Nocturna	Lc, Cm, Ln, Cs, Ac, Am, Tsp.	Solo nocturnos	Lc, Cm, Aj, Cam, Za, Mh, Cb, Tc, Cp, Gc, Pn.
<i>P.hollicanus</i>	Marzo-Diciembre	Nocturna	Lc, Cm, Ln, Cs, Am	Solo nocturnos	Lc, Cm, Aj, Cam, Za, Mh, Cb, Tc, Cp, Gc, Pn.
<i>S.weberi</i>	Noviembre-Mayo	Nocturna	Lc, Cm, Cs, Ac, Am	Solo nocturnos	Lc, Cm, Aj, Cam, Za, Mh, Cb, Tc, Cp, Gc, Pv, Ps, Pn.
<i>S.pruinosus</i>	Septiembre-Mayo	Nocturna	Lc, Cm, Cs, Am	Solo nocturnos	Lc, Cm, Aj, Cam, Mh, Pn.

estudiadas en el Valle de Tehuacán, Puebla.

Abreviaturas utilizadas en la tabla:

Murciélagos: La - *Leptonycteris nivalis*, Cl= *L. curasoae*, Cm= *Choeronycteris mexicana*, Aj= *Artibeus jamaicensis*.

Colibríes: Cs= *Cynanthus sordidus*, Ac= *Archilochus colubris*, Av= *Amazilia violiceps*.

Aves percheras: Cam= *Carpodacus mexicanus*, Za= *Zenaida asiatica*, Mh= *Melanerpes hypopolius*, Cb= *Campylorhynchus brenneicapillus*, Tac= *Toxostoma curvirostre*, Cp= *Cyanocopsa parellina*, Gc= *Guiraca caerulea*, Pv= *Passerina versicolor*, Ps= *Picoides sealaris*, Pu= *Phainopepla nitens*. **Abejas:** Am= *Apis mell Pera*, Tsp.= *Trigona sp.*

tabla 9. Resultados de los Tratamientos Experimentales aplicados para conocer el sistema reproductivo y el papel de los visitantes florales como polinizadores o ladrones de néctar. *Se presenta a manera de resumen solamente presencia de producción de semillas bajo los diferentes tratamientos. Ver texto y publicaciones para mayor detalle.*

Especie de Planta	Polinización diurna	Polinización nocturna	Autopolinización	Pol. cruzada
<i>N. mezcalaensis</i>	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 99%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%
<i>N. macrocephala</i>	Aborción del 98% Flores.	Exito en la producción de semillas del 99%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%
<i>N. tetetzo</i>	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 98%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%
<i>C. hoppenstedtii</i>	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 99%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%
<i>P. hollianus</i>	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 99%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%
<i>S. weberi</i>	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 99%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%
<i>S. pruinosis</i>	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 99%	Aborción del 100% Flores.	Exito en la producción de semillas del 100%

Adicionalmente encontramos que todas las especies son hermafroditas presentando flores *perfectas con* funcionalidad de ambos sexos al mismo tiempo. Solamente *Nebuxbaumia mezcalanensis* presenta un sistema reproductivo androdíico con individuos machos y hermafroditas formando la población (Valiente-Banuet *et al. en* prensa 1996). Este sistema es aparentemente raro en la naturaleza y entre las cactáceas (Parfitt 1985, Fleming *et al.* 1994) con solo cuatro especies del género *Opuntia* y *Echinocereus coccineus* reportadas como dióicas y dos especies del género *Mammillaria* y *Stenocereus innersii* como ginodióicas

(Parfitt 1985, del Castillo 1986, Hoffmann 1992). Para cactáceas columnares solo *Pachycereus pringlei* en el desierto Sonorense ha sido reportado como trióico (Fleming *et al.* 1994).

Publicaciones Resultantes del Trabajo

Como resultado del trabajo de polinización de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla se tienen hasta la fecha las siguientes publicaciones y tesis:

- 1- **Rojas-Martínez, A. y Valiente-Banuet, A.** 1996. Análisis comparativo de la quiropterofauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, Oaxaca. Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie 67: 1-22.
- 2.- **Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M. C., Rojas A., y Domínguez, L (1996).** Ecological relationships between columnar cacti and nectar *feeding bats in Mexico*. Journal of Tropical Ecology 12:103-119.
- 3.- **Valiente-Banuet, A., Arizmendi, A. May. del C. and Rojas-Martínez, A.** (1996). Nectar-feeding bats in columnar cacti forests of Central Mexico. Bats
- 4.- **Valiente-Banuet, A., Rojas-Martínez, A. y Arizmendi, A. M. del C and Dávila, P. (En prensa).** Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia me:calaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. American Journal of Botany.
- 5.- **Valiente-Banuet, A. y Arizmendi, A., May. del C. (en prensa).** Ecología de la polinización, dispersión y el establecimiento de cactáceas mexicanas. En: Las cactáceas de México. CVS. publicaciones.
- 6.- **Rojas-Martínez, A.** Estudio poblacional de tres *especies de murciélagos* nectarívoros considerados migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales quiropterófilos en el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas, México. Fecha de examen 13 de agosto de 1996.
- 7.- **Godínez, A.H.O.** Procesos de dispersión de semillas de cactáceas columnares con énfasis en *Neobuxbaumia tetetzo* en el Valle de Tehuacan. Centro de Ecología, UNAM. Examen predoctoral aprobado. En proceso.
8. **Arizmendi, M.C. y A. Espinosa de los Monteros A.** 1996. Avifauna de los bosques de Cactáceas Columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. Acta Zoológica Mexicana. Nueva Serie 67: 23

LITERATURA CITADA

- ALCORN, S.M., MCGREGOR, S.E., BUTLER, G.D. & KURTZ, E.B, 1959. Pollination requirements of the saguaro (*Carnegiea gigantea*). Cactus and Succulent Journal 31:39-41.
- ALCORN, S.M., MCGREGOR, S. E. & OLIN, G. 1961. Pollination of Saguaro cactus by doves, nectar feeding bats and honey bees. Science 132:1594-1595.
- ALCORN, S.M., MCGREGOR, S.E., & ÓLIN, G. 1962. Pollination requirements of the Organpipe cactus. Cactus and Succulent Journal 34:134-138.
- BEATTIE, A.J. 1971. A technique for the study of insect-borne pollen. Pan Pacific Entomologist 47:82. DEL CASTILLO, R_F. 1986. La Selección natural de los sistemas de cruzamiento en *Opuntia robusta*. Tesis de Maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Centro de Botánica, Chapingo, México. 116 p.
- FLEMING, T.H. 1993. Plant-visiting bats. American Scientist 81:460-467.
- FLEMING, T. H., S.MAURICE, S. L. BUCHMANN AND M.D.TUTTLE. 1994. Reproductive biology and related male and female fitness in a trioecious cactus, *Pachycereus pringlei* (Cactaceae). American Journal of Botany 81: 858-867.
- HOFFMAN, M. T. 1992. Functional dioecy in *Echinocereus coccineus* (Cactaceae): breeding system, sex ratios and geographical range of sexual dimorphism. American Journal of Botany 79:1382-1388.
- MCGREGOR, S.C., ALCORN, S.M., KURTZ, E.B. & BUTLER, G.D. 1959. Bee visitors to Saguaro flowers.

Journal of Economic Entomology 52:1002-1004.

McGREGOR, S.C., ALCORN, S.M. & OLIN, G. 1962. Pollination and pollinating agents of the saguaro. Ecology 43:259-267.

PARFITT, B.D. 1985. Dioecy in North American Cactaceae: a review. Sida 11:200-206. RÓJAS-MARTÍNEZ, A.

Estudio poblacional de tres especies de murciélagos nectarívoros considerados migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales quiropterófilos en

el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas, México. Tesis terminada actualmente y aprobada por los sinodales. Fecha de examen 13 de agosto de 1996.

SORIANO, P.J., SOSA, M. & ROSSELL, O. 1991. Hábitos alimentarios de *Glossophaga longirostris* Miller (Chiroptera: Phyllostomidae) en una zona árida de los Andes venezolanos. Revista de Biología Tropical 39:263-268.

SOSA, M. & SÓRIANO, P. 1992. Los murciélagos y los cactus: una relación muy estrecha. Carta Ecológica 61:7-10.

VALIENTE-BANUET A., **ARIZMENDI M.C.**, **ROJAS A.**, & L. DOMÍNGUEZ. 1996. Ecological relationships between nectar-feeding bats and columnar cacti in Mexico. Journal of Tropical Ecology. 12:103-119.

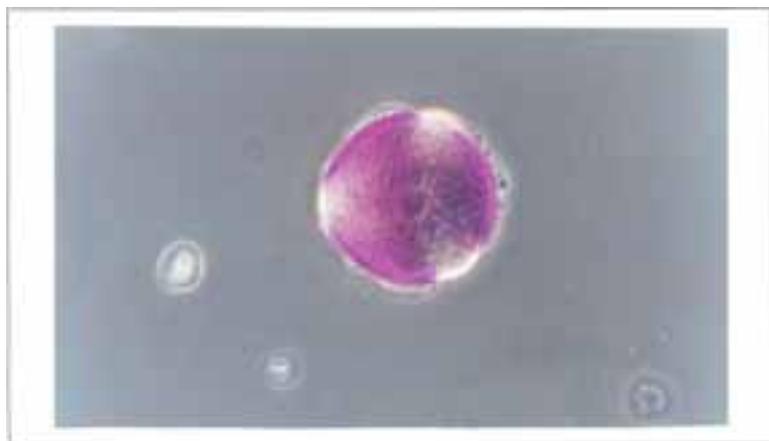
VALIENTE-BANUET, A., **ARIZMENDI, A. MA. DEL C. AND RÓJAS-MARTÍNEZ, A.** (1996)b.

Nectar-feeding bats in columnar cacti forests of Central Mexico. Bats.

VALIENTE-BANUET, A., RÓJAS-MARTÍNEZ, A. Y ARIZMENDI, A. M. DEL C AND DÁVILA P. (En prensa, 1996). Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia acrocephala*) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. American Journal of Botany.

Ápéndice 1. Catálogo fotográfico de los granos de polen de las especies estudiadas en este proyecto.

Neobuxbaumia mezcalaenis



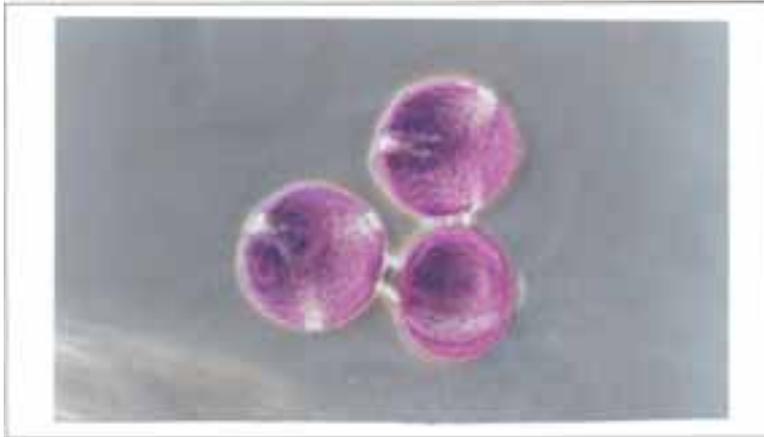
Periodo de Floración: Abril-Junio

Sistema Reproductivo: Androdioico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Nebuxbaumia macrocephala



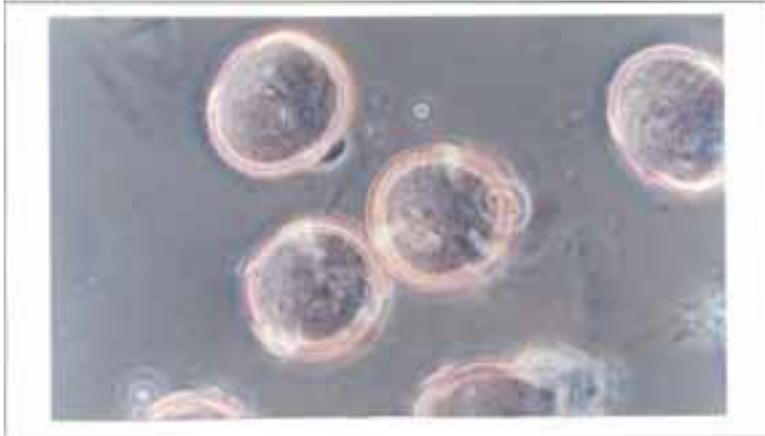
Periodo de Floración: Marzo-Agosto

Sistema Reproductivo: Momóico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Nebuxbaumia tetetzo



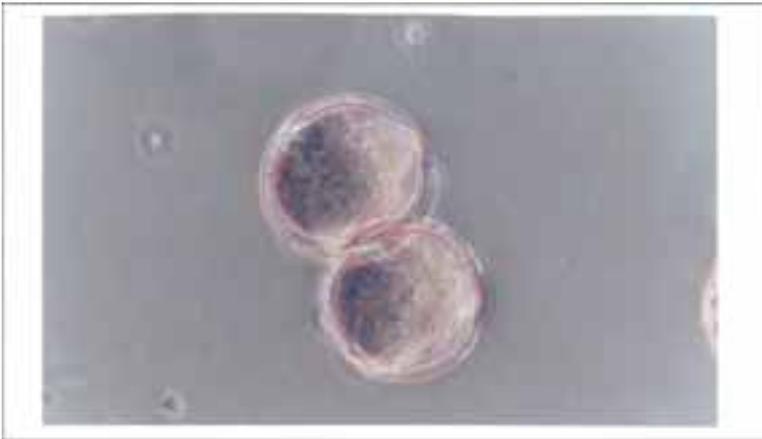
Periodo de Floración: Abril-Junio.

Sistema Reproductivo: Monóico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Cephalocereus hoppenstedtii



Periodo de Floración: Mayo-Julio

Sistema Reproductivo: Momóico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Pachycereus hollianus



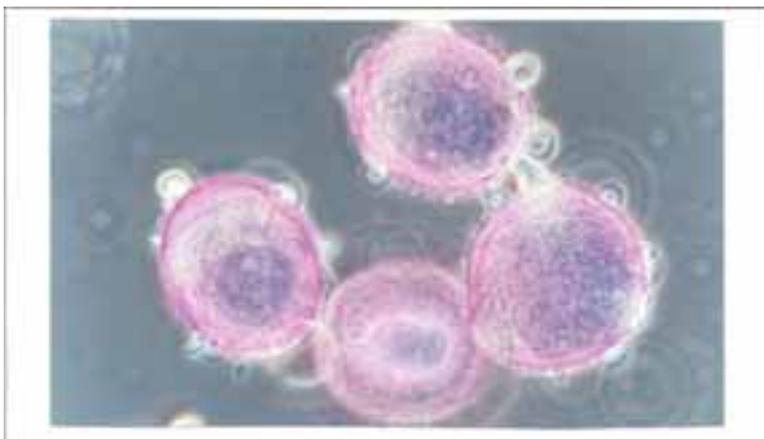
Periodo de Floración: Marzo-Diciembre

Sistema Reproductivo: Monóico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Stenocereus weherii



Periodo de Floración: Noviembre-Mayo

Sistema Reproductivo: Monóico. Autoincompatible.

Poliniaadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Stenocereus pruinosus



Periodo de Floración: Septiembre-Mayo.

Sistema Reproductivo: Monóico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Cephalocereus chrysacanthus



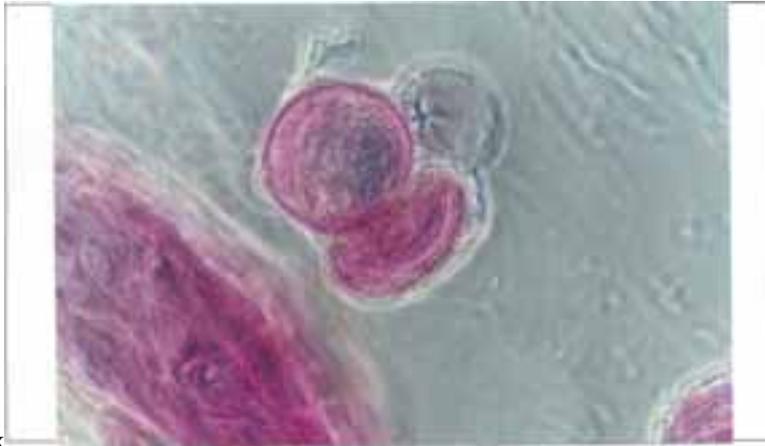
Periodo de Floración: Octubre-Agosto

Sistema Reproductivo: Monóico. Autoincompatible.

Polinizadores: Murciélagos.

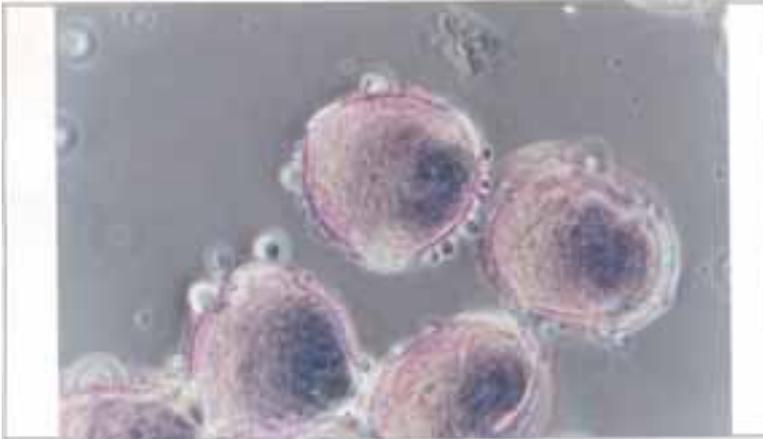
Dispersores de semillas: Murciélagos y Aves.

Stenocereus stellabus (40x)

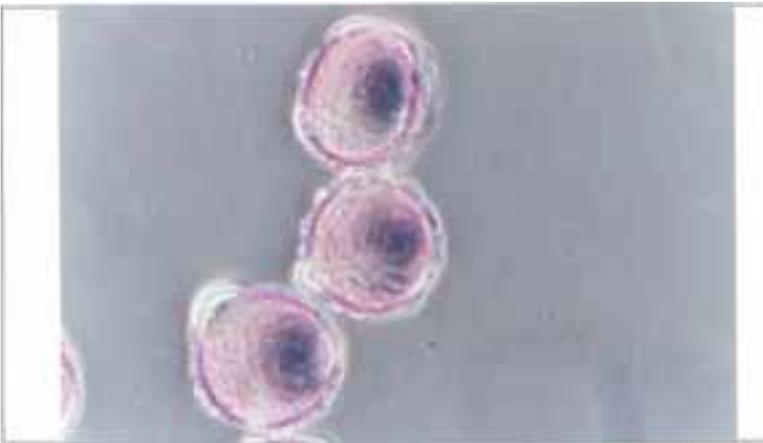


Virticallus geometrizzans 40 x

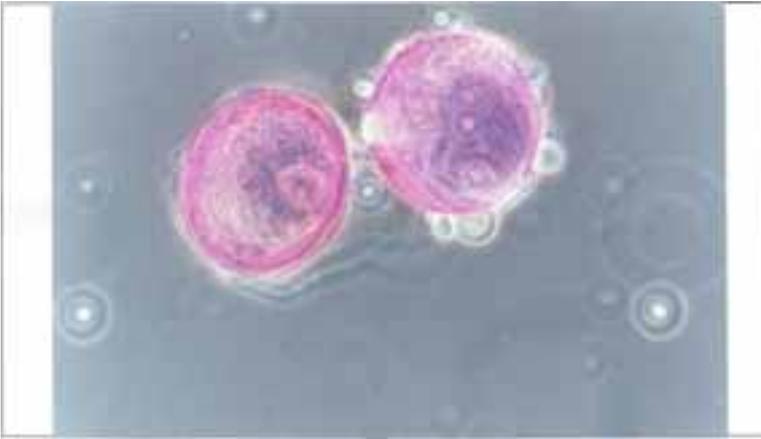
Alloocerans fulvipes (40x)



Polaskia chichipe (40x)

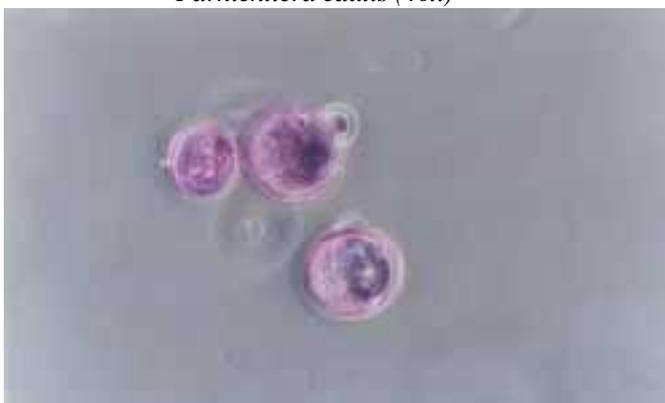


Stenocereus thurberi (40x)



Apéndice 2. Catálogo Polínico de otras especies de plantas que potencialmente pueden ser visitadas por murciélagos.

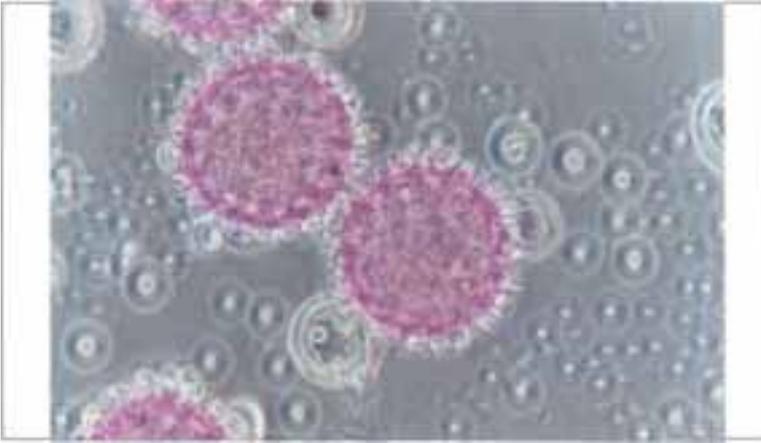
Parnientera edulis (40x)



W/coxia viperina (40x)



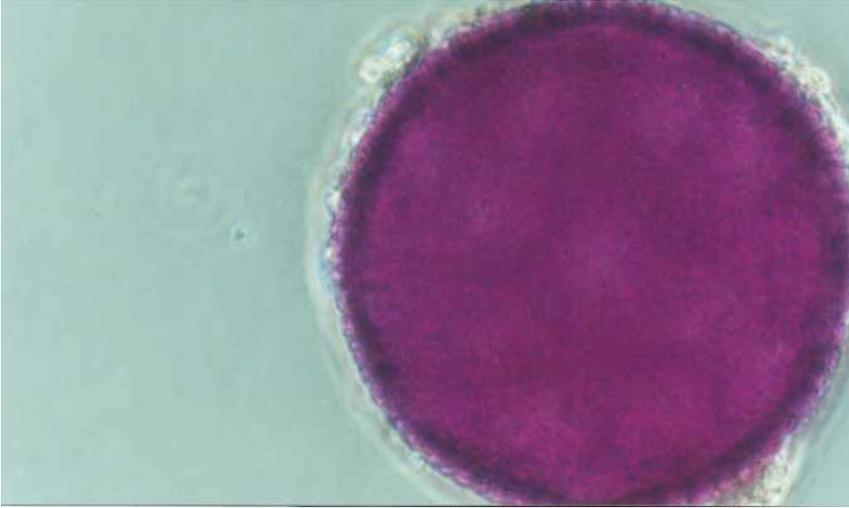
Ipomoea arborea (40x)



Prosopis laevigata (40x)



1



Manihot manihotoides
(40x)
Cercidium praecox
(100x)



Hylocereus undatus
(40x)

