

1993-1997 E

Código: 193804333

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



FRUGIVORÍA EN *Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum POR
AVES Y MAMÍFEROS Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA DISPERSIÓN
DE SEMILLAS

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

DANIEL HERNÁNDEZ RAMÍREZ

Las Agujas, Zapopan, Jalisco. Marzo del 2002.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. DANIEL HERNÁNDEZ RAMÍREZ
P R E S E N T E .**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "Frugivoria en *Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum por aves y mamíferos, y su contribución en la dispersión de semillas", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo el M.C. MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ y como Asesor el DR. RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA.

**A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal., 25 de febrero del 2002

**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. M.C. FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ.-DIRECTOR DEL TRABAJO.
c.c.p. DR. RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA.- SECRETARIO DEL TRABAJO.
c.c.p. Expediente del alumno

**DRA MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.**

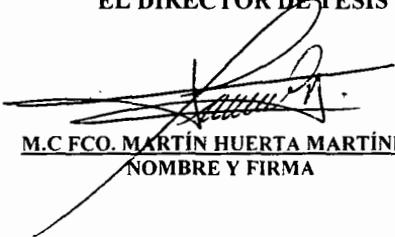
PRESENTE:

Por medio de la presente, nos permitimos informar a usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el pasante **Daniel Hernández Ramírez** con título: **Frugivoria en *Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum por aves y mamíferos y su contribución en la dispersión de semillas**, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos. Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Las Aguas, Zapopan, Jal., a 27 de febrero de 2002

EL DIRECTOR DE TESIS


M.C. FCO. MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ
NOMBRE Y FIRMA

EL ASESOR


DR. RICARDO D. VALDÉZ CEPEDA
NOMBRE Y FIRMA

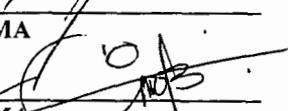


COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

SINODALES

1. **M.C. SERGIO GUERRERO VÁZQUEZ**
NOMBRE COMPLETO
2. **BIOL. GUILLERMO BARBA CALVILLO**
NOMBRE COMPLETO
3. **ING. OSCAR FRANCISCO REYNA BUSTOS**
NOMBRE COMPLETO


FIRMA


FIRMA


FIRMA

INDICE

	Pagina
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
Interacción planta – animal	4
Sistema de dispersión especializado en árboles y aves tropicales	4
Sistema de dispersión generalizada en aves y árboles del trópico	5
Estudios realizados en torno a <i>Stenocereus queretaroensis</i>	5
Frugivoría por vertebrados.	7
Importancia de la frugivoría en la dinámica de las poblaciones de plantas.	8
Descripción de la especie	11
OBJETIVOS	14
MATERIAL Y METODOS	15
Área de Estudio	15
Registro de las principales especies de aves y mamíferos consumidoras de frutos de <i>S. queretaroensis</i> .	17
Registro de avistamientos y captura de aves	17
Descripción de la forma de consumo para el grupo de las aves consumidoras de frutos de <i>S. queretaroensis</i>	18
Captura de murciélagos y la relación que mantiene con los frutos de <i>S. queretaroensis</i>	19
Papel de los consumidores de fruto en la dispersión de semillas.	20
RESULTADOS	22
Principales especies de aves y mamíferos consumidoras de frutos de <i>S. queretaroensis</i> .	22
Registro de avistamientos y captura de aves.	22
Descripción de la forma de consumo para cada especie del grupo de las aves consumidoras de frutos de <i>Stenocereus queretaroensis</i>	26
<i>Columbina talpacoti</i>	26
<i>Amazilia beryllina</i>	26
<i>Columbina inca</i>	26
<i>Icterus cuculatus</i>	27
<i>Cyananthus latirrostris</i>	27
<i>Amazilia viridifrons</i>	28
<i>Cyanocorax samblasianus</i>	28
<i>Amazilia violiceps</i>	28
<i>Gallus gallus</i>	29
Lista de mamíferos	30
Captura de murciélagos y su relación con <i>S. queretaroensis</i>	32
Papel de algunas especies de mamíferos consumidoras de frutos de <i>Stenocereus queretaroensis</i> , en la dispersión de semillas.	34
Día de inicio de germinación	35
Porcentaje de germinación total	37
Tiempo de germinación	38
DISCUSIÓN	40
Registro de vistas y captura de aves y descripción de la forma de consumo para el grupo de las aves consumidoras de frutos de <i>Stenocereus queretaroensis</i>	40
Captura de murciélagos y su relación con los frutos de <i>S. queretaroensis</i> .	44
Papel de algunas de las especies consumidoras de frutos de <i>Stenocereus queretaroensis</i> , en la dispersión de semillas.	49
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54

INDICE DE CUADROS

No.		Página
1	Normales climáticas de Autlán de Navarro, Jalisco. Ambos son promedios mensuales obtenidos de 30 años de datos	16
2	Lista de especies de aves registradas como consumidores de frutos de <i>Stenocereus queretaroensis</i>	22
3	Lista de aves y posición que ocupan según el número de individuos por especie y familia	23
4	Descripción del tipo de hábitat para cada una de las especies de aves	24
5	Descripción de las formas de consumo para el grupo de aves consumidoras de frutos de <i>S. queretaroensis</i>	30
6	Especies de mamíferos consumidores de frutos de <i>S. queretaroensis</i>	31
7	Lista de mamíferos consumidores de frutos de <i>S. queretaroensis</i> y la posición que ocupan en el grupo	32
8	Lista de especies de murciélagos consumidoras del fruto de pitayo y su abundancia relativa	33
9	Parámetros de regresión [$Y = a + b F_3(x)$] para describir el porcentaje de germinación de semillas de <i>S. queretaroensis</i> por efecto de diferentes tratamientos	36
10	Análisis de varianza para los modelos que describen el porcentaje de germinación de semillas de <i>S. queretaroensis</i> por efecto de diferentes tratamientos	36
11	Matriz de correlación entre parámetros de los modelos y variables de germinación.	37

INDICE DE FIGURAS

No.		Página
1	Aspecto de <i>Stenocereus queretaroensis</i> .	13
2	Mapa de localización del área de estudio	15
3	Climograma que muestra las normales climáticas para Autlán de Navarro, Jalisco.	16
4	Total de avistamientos de aves consumiendo frutos de <i>S. queretaroensis</i>	25
5	Especies de murciélagos consumidores de frutos de pitayo y sus abundancias relativas.	33
6	Porcentaje de semillas germinadas después de pasar por el tracto digestivo de diferentes mamíferos y puestas a germinar en cajas petri en laboratorio.	37
7	Establecimiento de un individuo de <i>S. queretaroensis</i> en un hueco de árbol, sitio seguro para la germinación y establecimiento de plántulas.	41
8	Establecimiento de nido de ave sobre las ramas de <i>S. queretaroensis</i> .	43

INTRODUCCIÓN

El pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Web.) Buxbaum), es una cactácea en forma de candelabro que se distribuye en zonas subtropicales de México, siendo importante por producir frutos comestibles, lo que genera ingresos a los poseedores del recurso, además de crecer de manera espontánea o tolerada (Huerta-Martínez, 1995).

Stenocereus es el más importante para la cosecha de fruto en México, pese a que existen otros géneros que producen frutos comestibles, con siete especies que se cultivan. En 1993 *Stenocereus griseus* comprendía cerca de 500 ha plantadas en Puebla, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz, y mientras que para Jalisco, Michoacán y Querétaro la especie *S. queretaroensis* cubría un total de 1000 ha. Los datos sobre el rendimiento de fruto que aportan dichas pitayas comprende entre las 5 y 10 toneladas $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ (Nobel, 1994).

La región pitayera más antigua en el estado de Jalisco al parecer es la cuenca de Sayula; Pimienta-Barríos y Nobel (1994), señalan que las primeras poblaciones cultivadas se establecieron en esta zona a finales del siglo XIX. Sin embargo, en el Valle de Autlán de Navarro, Jalisco, recientemente ha cobrado gran interés la producción de dicha fruta.

A pesar de lo anteriormente expuesto, son pocos los estudios que se refieren a la interacción de las especies de fauna silvestre con las poblaciones de pitayas, sean para conocer tanto aquella fauna nociva como benéfica, entendiendo a la fauna nociva como aquella que “daña” al fruto, en lo referente a las condiciones del fruto para el consumo humano.

En el tipo de interacción que se aborda en el presente trabajo, denominada dispersión, existe un cierto grado de asimetría en los beneficios, en ocasiones, los animales consumidores ganan fuentes de alimentación, sin embargo, un óptimo forrajeo por parte de los consumidores, no involucra una óptima dispersión, al tiempo que las plantas obtienen

movilidad de sus semillas y aseguran un transporte a larga distancia, evitan la depredación por enemigos naturales, competencia, garantizan la colonización de nuevos hábitat, incremento de la diversidad y aumento en el flujo genético, pero el transporte no aseguran con su establecimiento y óptimo desarrollo (Fleming , 1988).

Las relaciones ecológicas entre plantas y animales son consideradas como un proceso de coevolución en diferentes grados de obligatoriedad. En teoría, las poblaciones de dos especies pueden actuar entre si en formas básicas correspondientes a las combinaciones neutro (0), positivo (+), y negativo (-); de aquí se desprenden las asociaciones denominadas como mutualismo y aquellas en las que la obligatoriedad no es característica de la asociación (protocooperación) (Odum, 1972).

La frugivoría o el consumo de frutos y por ende de semillas, puede ser vista como una relación planta - animal de tipo mutualista, en la cual ambos organismos obtienen un beneficio: el animal obtiene alimento, mientras que la planta obtiene un medio por el cual mueve a su descendencia (semillas) a sitios lejanos de si mismo (Howe, 1986), esta relación ocurre con mayor frecuencia en plantas superiores y vertebrados (Fleming y Sosa, 1994). Por otra parte, se ha visto la importancia de la dispersión de semillas, con trabajos que demuestran que este tipo de eventos incrementan la riqueza de especies en lugares fragmentados, además de enriquecer la diferenciación genética de las poblaciones (Cain, Milligan, y Strand, 2000).

El tratar de entender a detalle, tanto del papel que juega el pitayo en la estructura trófica de la comunidad del bosque tropical caducifolio, así como el papel de los consumidores en la dinámica de las poblaciones silvestres, permite sustentar las bases para una planeación adecuada del recurso de las pitayeras en la zona de estudio. La necesidad de realizar estudios acerca de la fauna silvestre y poblaciones silvestres de pitayo se basa en

la necesidad de conocer sus interacciones bióticas que sirva de base para proponer estrategias de uso de la especie dado la importancia económica que presenta en la zona, así mismo, para conocer su importancia ecológica como fuente de alimento para la comunidad de aves y mamíferos del bosque tropical caducifolio.

CUICRA



BIBLIOTECA CENTRAL

ANTECEDENTES

Interacción planta – animal

Las interacciones encontradas desde el carbonífero alto entre plantas y animales no solo se restringen a la herbivoría, las plantas por su parte, se pueden ver beneficiadas por los animales al momento de dispersar las esporas, polinizar o bien al efectuar la dispersión de semillas; lo anterior se resume en que las plantas y animales, no solo se restringen a una relación de consumidor y alimento (Scott y Taylor, 1983, Brown, *et al.*, 1972, Chew y Whitford, 1992)

Basándose en trabajos anteriores Howe (1993) describe a los sistema de dispersores especializados y generalizados en dos grupos, por un lado las características de las aves y por el otro están los árboles; los cuales se describen a continuación:

Sistema de dispersión especializado en árboles y aves tropicales

En este sistema, los árboles y las aves de los trópicos mantienen una serie de características muy puntuales; los árboles por su parte, frecuentemente son de semillas grandes cuyos pesos son mayores a 1 gramo, con frutos de contenido energético alto, además de tener una baja fecundidad (una media de 100 a 5, 000 lotes), una alta remoción de frutos, con una larga extensión del periodo de fructificación, lo que produce un conjunto ilimitado de dispersores, la dispersión de las semillas se realiza lejos de la planta madre (Howe, 1993)

Las aves, se caracterizan por ser en su mayoría grandes y su peso es mayor a 250 gramos, con molleja e intestino reducidos, parcial dependencia al fruto, además de tener poblaciones pequeñas que fluctúan entre 1 y 5 especies/comunidad, y hacer un uso eficiente de los recursos alimenticios (Howe, 1993)

Sistema de dispersión generalizada en aves y árboles del trópico.

Las semillas de estos árboles son de un tamaño grande (generalmente > a 1 gr), con frutos poco nutritivos, y bajos en energéticos, sin embargo con alto contenido de carbohidratos y agua, además de una fecundidad anual alta que comprende entre las 20 mil y el millón o más de lotes, cuenta con una baja y variable remoción de semillas, la dispersión puede o no ser una parte crítica y muchas semillas pueden ser latentes (Howe, 1993)

Por su parte, las aves del sistema de dispersión generalizada, ocasionalmente son de un tamaño pequeño (< de 50 grs). con un intestino generalizado, y de poblaciones grandes (20 a 100 especies por comunidad); las vistas que realizan algunos grupos de estas aves, pueden ser diarias o semanales, pueden consumir o alimentarse de muchos otros frutos (oportunistas), además que complementan su dieta con insectos (Howe,1993)

Estudios realizados en torno a *Stenocereus queretaroensis*

En lo que respecta a los estudios sobre *Stenocereus queretaroensis*, sobresalen aquellos que abordan aspectos sobre su cultivo, propiedades químicas del fruto, etcétera, Tal es el caso del trabajo realizado por Pimienta y Tomas (1993), quienes describen que del contenido total del fruto, el 10 % son azúcares, además de contar con 80.5 mg/g de proteínas. Otros estudios se han enfocado a taxonomía y sistemática, y en pocos casos se han descrito procesos ecológicos, bioquímicos, fisiológicos y anatómicos (Jiménez *et al.*, 1995), además se han dejado de lado los estudios en poblaciones silvestres, con excepción de los trabajos realizados por Huerta-Martínez (1995), Valencia-Díaz (1995), realiza un estudio sobre la vegetación perenne asociada al pitayo en la cuenca de Sayula Jalisco; por su parte

Uribe-Ramírez (1997) realizó el correspondiente a la relación entre las poblaciones silvestres del pitayo y algunos factores del medio físico, tales como factores edáficos y climáticos y Huerta-Martínez *et al.* (1999), realiza un estudio en el que se dilucidan las relaciones tanto del pitayo con los factores abióticos, y de la especie con algunos atributos de la comunidad vegetal. Lo anterior denota la casi inexistencia de trabajos en torno a las relaciones de dichas poblaciones con la fauna silvestre. A pesar de que este aspecto haya sido abordado ya en otras especies de cactáceas, como el caso del estudio realizado por Escobar-Santos y Huerta-Martínez (1999), quienes estudiaron las relaciones ecológicas de *Ferocactus histrix* en Los Llanos de Ojuelos, Jalisco y determinaron los principales polinizadores y dispersores de dicha especie.

Por otra parte, existen trabajos de investigación específicos al estudio del cactus columnar *Stenocereus queretaroensis*, en los que se hace referencia a las interacciones con los diferentes factores abióticos (Huerta-Martínez *et al.*, 1999), sin embargo, el tema de la frugivoría en estas cactáceas es un tópico que no ha sido tratado con profundidad.

En el presente estudio se aborda el tipo de interacción denominado frugivoría, en el que intervienen dos partes principales. Por un lado están los frutos y por el otro los consumidores. Nos enfrentamos así, al hecho de que no por consumir un fruto con semillas tenemos asegurada una dispersión efectiva de éstas, ya que si bien, el consumidor satisface gran parte de sus requerimientos energéticos al ingerir el fruto, el destino de la semilla no es siempre el apropiado para el desarrollo de las plántulas.

Además, si la frugivoría es considerada como un detonador de fenómenos coevolutivos, la interacción planta-animal, se transforma en un factor importante, por lo que el estudio de las partes y los mecanismos pasan a un lugar primordial en los procesos de coevolución (Escobar-Santos y Huerta-Martínez, 1999).

Además de conocer las partes de esta relación mutualista en donde ambos participantes se benefician, existe el hecho de dar la merecida importancia a los consumidores silvestres y entender parte de un proceso de repoblamiento natural del pitayo. Lo anterior nace de la necesidad de conocer y estudiar algunos de los componentes del sistema planta-animal, refiriéndonos en este caso al cactus conocido popularmente como “pitayo” así como a sus variados consumidores, que pueden ser mamíferos, y/o aves principalmente, aunque no se descartan los insectos e incluso a los seres humanos los que obviamente, no son considerados como parte del grupo de consumidores silvestres.

Frugivoría por vertebrados.

La frugivoría por vertebrados representa el inicio de la dispersión primaria para propágulos de muchas plantas (fase I de la dispersión *sensu* Chambers y MacMahon 1994). Los subsecuentes patrones espacio-temporales de los movimientos de las semillas pueden influenciar de manera importante el éxito reproductivo de las especies (Wilson, 1986, 1993; Fleming y Sosa, 1994), a través de determinar las condiciones que las semillas y plántulas encontrarán para la germinación y el establecimiento antes de que puedan ser incorporadas como nuevos agentes (individuos provenientes de semillas) en la población (Montiel y Montaña, 2000).

La frugivoría y la subsiguiente dispersión de semillas viables ofrecen cuatro ventajas básicas para la incorporación de nuevos individuos a la población: 1) reduce la competencia denso-dependiente entre plántulas o entre estas e individuos adultos establecidos (Janzen 1970; Connell 1971). 2) incrementan la disponibilidad de sitios seguros para la germinación, lo que conduce a una ocupación más completa de los sitios disponibles y a la colonización de nuevos sitios apropiados para la germinación y

establecimiento (Dirzo y Dominguez 1986). 3) Incrementar la variación genética local a través de la incorporación a la población de individuos que provienen de poblaciones distantes y, por tanto, reduciendo la endogamia potencial y la extinción local (Mandujano, *et al.*, 1997) y 4) reducen el tiempo requerido para la germinación y establecimiento de plántulas, lo que representa una importante ventaja de aprovechamiento de la humedad, sobre todo en zonas áridas y semiáridas en las que la época favorable del año puede durar apenas unos cuantos días (Escobar-Santos y Huerta-Martínez 1999; Escobar-Santos 1999).

Importancia de la frugivoría en la dinámica de las poblaciones de plantas.

Los frugívoros son agentes muy importantes en la dispersión de semillas (Howe y Smallwood, 1982). Sin embargo en ambientes áridos y semiáridos constituyen un factor importante de depredación de semillas y frutos, a este grupo pueden pertenecer, algunos pequeños mamíferos, hormigas, aves, reptiles (Rojas-Arechiga y Vázquez-Yañez, 1999)..

En lo que se refiere al modo de dispersión de ciertas cactáceas, se puede decir que hay una fuerte correspondencia entre las características estructurales de los frutos y semillas en relación con los consumidores (Breegman, 1988), a lo que se ha llamado síndrome de dispersión. Howe y Westley (1986), consideran que las semillas que son dispersadas por aves, provienen por lo general de frutos con colores brillantes como rojo, azul, anaranjado o blanco, sin olor y el tamaño promedio de la semilla es menor a 10 mm de largo, con arilo y generalmente la recompensa para el ave son azúcares o almidón.

Muchas cactáceas de zonas semiáridas y subtropicales producen frutos ricos en azúcares y agua (Bravo-Hollis 1978), que son consumidos por aves, mamíferos y hormigas, los cuales pueden actuar como dispersores efectivos de semillas. Sin embargo, el impacto de la frugivoría y la dispersión de semillas en la dinámica poblacional de plantas de

ambientes semiáridos, es pobremente conocido, debido a la escasez de trabajos cuantitativos en la variabilidad espacio-temporal de la frugivoría en estos ecosistemas (González-Espinoza 1982; Montiel, y Montaña, 2000). La incorporación de individuos de origen sexual en poblaciones de cactáceas, se ha reportado que es un evento sumamente raro (Nobel 1988; Mandujano *et al.*, 1996), en la mayoría de las especies estudiadas, las semillas germinan sólo en sitios seguros o bajo plantas nodrizas y la dispersión de semillas en estos ecosistemas puede reducir considerablemente el éxito de la dispersión. Esto es más crítico cuando los dispersores no son los adecuados (debido a su reducido número o a su baja efectividad de dispersión (Janzen 1986), y no depositan un número suficiente de semillas en micrositios apropiados para la germinación y establecimiento. Bajo un escenario de alta producción de frutos y una tasa muy baja de incorporación de individuos a la población, la interacción planta-frugívoro parece ser asimétrica (Dirzo y Domínguez 1986; Shupp 1993); los dispersores reciben una retribución desproporcionada comparada con el beneficio recibido por la planta (Montiel y Montaña, 2000).

Por otra parte se ha visto la importancia que tienen los mamíferos y las aves en la función de dispersar semillas, tal es el caso de algunas especies de las familias Cactaceae, Bombacaceae, Bignoniaceae y Solanaceae, entre otras (Silvius, 1995; González-Espinoza, y Quintana-Ascencio, 1986; Fleming, 1988 y 1994; Brewer y Marcel, 1999; Sutherland *et al.*, 2000).

-Rojas-Arechiga y Vázquez-Yañez (1999), hacen mención de dos formas principales por las que las semillas de las cactáceas son diseminadas; por viento y animales, esta última es la que se abordará con mayor amplitud en este trabajo, además de identificar a las principales especies de aves y mamíferos consumidores del fruto de *Stenocereus*

queretaroensis, y describir, por medio de experimentos de germinación de semillas y de observación directa, el papel que desempeñan en la dispersión de las semillas.

Valiente Banuet y Arizmendi, (1997), hacen mención de dos grupos de dispersores de cactus. Por un lado están (1) los dispersores primarios, que son los que consumen los frutos directamente de la planta, estos pueden ser diurnos (algunas aves y lagartijas) o nocturnos (algunas especies de murciélagos) y (2) los dispersores secundarios, que son principalmente roedores y hormigas, ellos definen al grupo por el hecho de comer los frutos ya caídos de la planta madre; en ocasiones los animales del primer grupo, defecan o regurgitan en sitios adecuados para el establecimiento, el segundo grupo acarrea las semillas a sus nidos u hormigueros, en donde las semillas escapan de la depredación, además de que pueden encontrar las condiciones favorables para la germinación.

González-Espinoza y Quintana-Ascencio (1984), enfocaron su trabajo a conocer y describir la depredación de las semillas de los nopales *O. robusta* Wendl. y *O. streptacantha* Lemaire, ambas especies se desarrollan ampliamente en la planicie del centro norte de México, los consumidores y posibles depredadores que mas comúnmente se avistaron fueron las aves, algunos mamíferos y ciertas especies de hormigas.

La relación que mantiene cada grupo de consumidores es muy diferente entre si, ya que el consumo llevado a cabo por las aves, resultó ser poco menos dañino para la semilla, ya que solo "picotean" el fruto y no provocan daño físico a la semilla al momento de consumirlo. Por su parte los roedores, estos mismos autores señalan que "mordisquean" la semilla por lo que es muy alta la probabilidad de daño y de muerte a las semillas de ambas especies de nopal (González-Espinoza y Quintana-Ascencio, 1984)

Por su parte, el grupo de los carnívoros, "tragan" completamente la semilla, ayudándole así a pasar por un proceso de escarificación natural, lo que conlleva a un

incremento en la posibilidad de germinación de semillas; especies como el zorrillo (*Mephitis macroura*), el coyotes (*Canis latrans*), trituran las semillas, provocándose con esto un daño al embrión, evitándose así el inicio de la germinación (González-Espinoza y Quintana-Ascencio, 1984).

El grupo de las aves, también marca su importancia en cuanto a efectividad como dispersor de semillas, esto se demuestra mas claramente en trabajos realizados por Silvius, (1995), en la isla Margarita de Venezuela, en donde encontró que un total de 14 especies consumidoras del fruto del *S. griseus* (Cactáceae), donde seis son depredadoras, seis son dispersoras y dos no afectan a la semilla.

González-Espinoza y Quintana-Ascencio (1986), clarifican la relación planta-consumidor, ya sea como dispersor o como depredador dentro del grupo de consumidores de frutos de *Opuntia spp* (Cactáceae) con los diferentes consumidores: insectos, aves, roedores y otros mamíferos.

Descripción de la especie:

Stenocereus queretaroensis (Tomado de Helia Bravo-Hollis 1978)

Nombre: *Stenocereus queretaroensis* (Web.) Buxbaum 1961

Sinonimias: *Cereus queretaroensis* Web. 1981., *Pachycereus queretaroensis* (Web) Britton et Rose 1909., *Rittocereus queretaroensis* (Web) Beckenberg. 1951.

Arborescente, candelabroforme, con tronco bien definido, de 5 a 6 m de alto o mas. Tronco leñoso, como de un metro de alto y 35 cm de diámetro o mas. Ramas como de 15 cm de diámetro, de color verde y en ocasiones con tinte rojizo; el conjunto de ramas forman una copa muy amplia, a veces como de 4 m de diámetro (Figura 1). Costilla de 6 a 8,

prominentes, separadas por amplios intervalos. Areolas distantes entre si como de 1 cm., con fieltro café, oscuro casi negro, glandulosas. Espinas radiales de 6 a 9, las inferiores como de 3 cm de largo, gruesas, aciculares, desiguales. Espinas centrales de 2 a 4, gruesas, como de 4 cm de largo. Flores en los lados de las ramas pero hacia la extremidad, infundibuliformes, de 10 a 12 cm de largo, pericarpelo con escamas ovadas de 2 mm de largo, segmentos exteriores del perianto espatulados, rojizos; los interiores blancos con leves tintes rosas. Fruto globoso hasta ovoide, con 6 cm de largo, rojizo; areolas con lana amarillenta y espinas numerosas, largas, del mismo color; cuando el fruto madura, las areolas se desprende quedando el pericarpio desnudo. Semillas de 2.0 mm de largo y 1.5 a 1.8 mm de ancho: testa negra toscamente verrucosa.



Figura 1. Aspecto de *Stenocereus queretaroensis*.

OBJETIVOS

1.- Identificar las principales especies de aves y mamíferos consumidores del fruto de *Stenocereus queretaroensis*.

2.- Describir mediante experimentos de germinación de semilla, el papel que desempeñan en la dispersión de las semillas los consumidores.

MATERIAL Y METODOS

Área de Estudio

El trabajo se llevó a cabo en sitio llamado “El Limoncillo” que está situado aproximadamente a 2 km al sur de la cabecera municipal de Autlán de Navarro, perteneciente al estado de Jalisco; este lugar se localiza entre las coordenadas: 19° 46' latitud norte y 104° 21' longitud oeste, con una altitud promedio de 900 m snm, además se podría decir que pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (Figura 2) (INEGI, 1996).

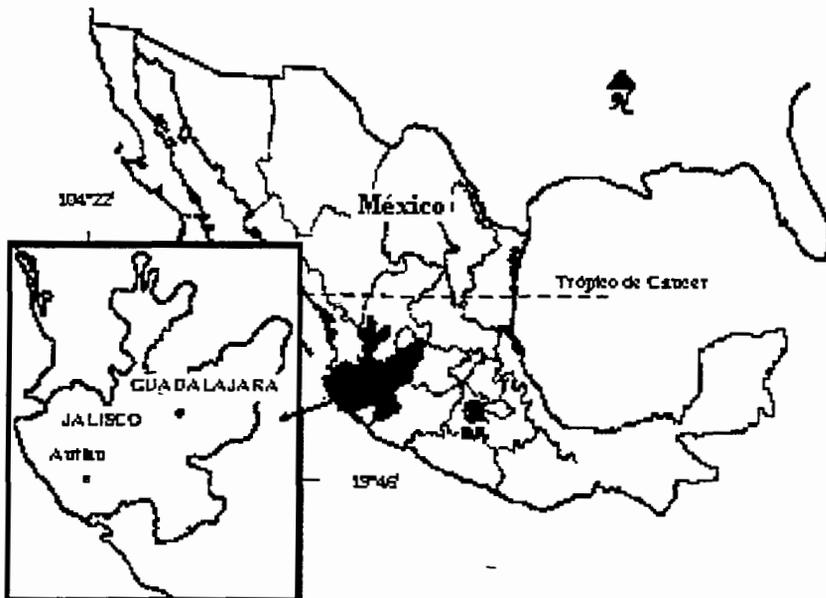
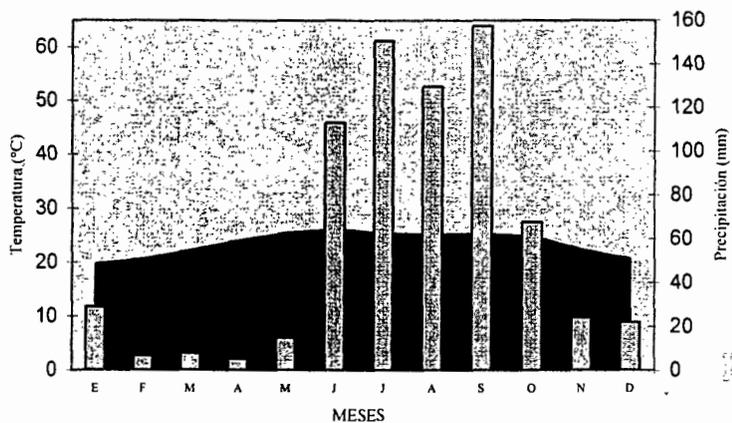


Figura 2. Mapa de localización del área de estudio (Fuente: Vázquez *et al.* 1995 modificado).

La temperatura media anual promedio para la región es de 26.4° C; mientras que la precipitación media anual fluctúa en los 934.2 mm; el clima predominante de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1981) es el semiseco (BS₁(h')w'' (i)), y con dos máximos de lluvia (julio y septiembre), con una disminución del promedio de precipitación en agosto (Figura 3).

Cuadro 1. Normales climáticas de Autlán de Navarro, Jalisco. Ambos son promedios mensuales obtenidos de 30 años de datos (Fuente: García, 1981).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura	19.7	20.6	22.2	24	25.5	26.2	25.4	25.2	25.3	24.9	22.4	20.7
Precipitación	28.8	6.8	7.8	5.2	14.9	113.0	150.6	129.5	157.5	67.7	24.1	22.0



CUCBA
 ESTADÍSTICA CENTRAL

Figura 3. Climograma que muestra las normales climáticas para Autlán de Navarro, Jalisco. Datos tomados de García (1964).

La vegetación presente en la zona de estudio según la clasificación de Rzedowski (1978), corresponde al bosque tropical caducifolio. En la zona de estudio se encuentran las siguientes especies: *Coursetia granulosa* Gray. (Leguminosae), *Crotón adspersus* Benth. (Euphorbiaceae), *Bursera grandifolia* Engelm. (Burseraceae), *Euphorbia colletioides* Benth. (Euphorbiaceae), *E. macvaughii* S. Carvajal (Euphorbiaceae), *Agonandra racemosa* (DC) Stand. (Opiliaceae), *Bursera bipinnata* (DC) Engelm. (Burseraceae), *Bursera fagaroides* (H.B.K.) Engelm. (Burseraceae), *Stenocereus queretaroensis* (Web.) Buxbaum (Cactaceae), *S. dumortieri* (Schied.) Buxbaum (Cactaceae), también se encuentra la vegetación secundaria, la cual se establece en campos de cultivo que fueron abandonados hace algún tiempo, este tipo de vegetación se caracteriza por poseer especies indicadoras de disturbio, que con frecuencia son: *Celtis pallida* Torr. (Ulmaceae), *Tecoma stans* (L.) Juss. (Bignoniaceae), *Thevetia ovata* (Cav.) DC (Apocynaceae) y *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (Rutaceae) (Huerta-Martínez, com. pers.)

Registro de las principales especies de aves y mamíferos consumidoras de frutos de *S. queretaroensis*.

Registro de avistamientos y captura de aves.

Para el registro de las aves se tomó como guía las técnicas descritas en Ralph *et al.* (1996), aquí los autores denominan a la técnica como “Censo de Búsqueda Intensiva”, la cual consiste en efectuar recorridos en áreas definidas y que el observador recorra por completo el área en busca de aves.

Estos recorridos se hicieron por las mañanas y por las tardes, con la finalidad de observar a las aves en el momento de mayor actividad, las observaciones se realizaron por

las mañanas y tardes en los meses de marzo a junio de 1998, lo que hizo un total de aproximadamente 100 días de trabajo de campo.

Las aves localizadas al momento de consumir el fruto fueron registradas por especie, hora de visita y el número de frutos visitados.

Para la captura de aves se instalaron cinco redes de niebla con un área de 18 m² (6x3 m), durante tres días de un total de 100 días de muestreo. Estas redes se colocaron en los márgenes de los bordes de dos diferentes tipos de hábitats en estudio: área de cultivo y zona donde se encuentran las plantas de *S. queretaroensis* con elementos de BTC (Ralph *et al.*, 1986). Con estas capturas, además de ayudar a identificar las especies de aves, también sirvieron para determinar si son consumidores de frutos de pitaya, usando los restos de frutas liberados por las aves a través de excretas o restos de frutos adheridos a los cuerpos de estas.

Descripción de la forma de consumo para el grupo de las aves consumidoras de frutos de *Stenocereus queretaroensis*

La especie se determinó con guías de campo (Peterson y Chalif, 1998), además de tomar notas de la forma de consumo.

Para la obtención de los datos referentes a la forma de consumo, se procedió al momento de hacer la lista de aves, a anotar los hábitos de consumo de la siguiente forma:

1) especie, 2) hora de visita, 3) forma de consumo, 4) duración de la visita y 5) número de frutos visitados.

La caracterización de la forma de consumo se hizo de acuerdo con los criterios usados por Silviu, (1995), y González-Espinoza y Quintana-Ascencio (1986), dichos

criterios se explican a continuación: **Picadores (P)**: aquellas aves que solo consumen el jugo o pulpa sin tocar la semilla; **Consumidores de Pulpa y Semilla Arriba del Pitayo (CPSA)**: consumidores que se alimentan tomando los frutos de la parte de arriba del pitayo; **Consumidores en el Suelo (CS)**, **Acarreadores del Fruto (AF)**, **Consumidores de Pulpa y Semillas Arriba y abajo del Pitayo (CPSAAb)**, **Consumidores del Fruto Completo (CFC)**, es importante aclarar que estas dos categorías podrían no solo ser usadas para las aves, sino que también para otros grupos de consumidores.

Captura de murciélagos y la relación que mantiene con los frutos de *S. queretaroensis*

Para la captura de murciélagos se colocaron 4 redes de niebla, con un área de 18 m² (6x3 m) por un tiempo de 3 noches en un periodo que comprende de marzo a junio de 1998, coincidiendo con el periodo de la fructificación de *S. queretaroensis*. y se mantuvieron abiertas por 5 horas, lo que proporciona un total de 15 horas/red.

Las redes se ubicaron de tal manera que quedaron cerca de los caminos vecinales, ya que los murciélagos comúnmente los utilizan como “avenidas”, por otra, las redes fueron colocadas en sitios donde la abundancia de fruto fuera mayor, por lo que el forrajeo es alto (Iñiguez, 1987)

Una vez que se capturó el murciélago se examinó para coleccionar restos de fruta de *Stenocereus queretaroensis* en su cuerpo, y de excretas, estos restos se colocaron en bolsas para su posterior análisis. En caso de encontrar las semillas, estas se usaron para realizar ensayos de germinación en cajas petri, en condiciones de laboratorio.

Papel de los consumidores de fruto en la dispersión de semillas.

Para conocer el papel de los consumidores de frutos de pitayas, se realizaron pruebas de germinación de semillas defecadas por algunas especies de mamíferos, uno de los grupos más viables para mantenerlos en cautiverio fue el de los murciélagos, ya que previamente se determinó que sí eran consumidores de pitayas en su medio natural; por lo que se procedió a la captura de dos (2) individuos, estos fueron colocados en jaulas de 90 cm³, ahí dentro se les suministró agua y frutos de *Stenocereus queretaroensis* como únicos componentes de su dieta, se debe mencionar que la cantidad de agua se trato de mantener constante y que los frutos solo se les suministró una (1) pitaya madura por las noches partida a la mitad y colocada en el fondo de la jaula.

El cautiverio de los murciélagos se mantuvo por un lapso de dos (2) noches, mientras se obtenían las 100 (cien) semillas que se requirieron para ese tratamiento. Otra de las formas de obtener semillas de pitayas excretadas por mamíferos no voladores, fue por medio de la búsqueda en campo de excretas, estas al ser localizadas se colocaron en bolsas de papel, evitando daños a la semilla, además fueron etiquetadas con fecha, especie a la que pertenecían y hora de colecta para su posterior análisis y procesamiento en el laboratorio.

Una vez obtenido el lote de 100 semillas, se colocaron en cajas petri, con un sustrato de papel filtro en una temperatura ambiente dentro del laboratorio además de mantener humedad suficiente, la luz no tuvo un control, ya que se sometieron a una intensidad lumínica de laboratorio y foto periodo propio de la época.

El tiempo de duración del experimento de germinación se determinó con base en la tendencia de la curva de germinación de cada uno de los tratamientos, es decir, hasta que la curva se hiciera asintótica.

Estas pruebas se realizaron con el fin de conocer aquellas especies que se consideran dispersores legítimos o depredadores de acuerdo con Fleming y Sosa (1994), ya que el paso por el tracto digestivo, permite ablandar la testa de la semilla

RESULTADOS

Principales especies de aves y mamíferos consumidoras de frutos de *S. queretaroensis*.

Registro de avistamientos y captura de aves.

Fueron cinco las familias de aves observadas consumiendo el fruto del pitayo (Cuadro 2), las mejor representadas en cuanto al número de especies, fueron Trochilidae con cuatro: *Amazilia beryllina* (Lichtenstein, 1830), *A. violiceps* (Gould, 1859), *A. viridifrons* (Elliot, 1871) y *Cyananthus latirrostris* (Swainson, 1827), y Columbidae con dos *Columbina talpacoti* (Temminck, 1811) y *C. inca* (Lesson, 1847); mientras que las familias Corvidae, Icteridae y Gallinaceae solo contaron con una especie.

Cuadro 2. Lista de especies de aves registradas como consumidores de frutos de *Stenocereus queretaroensis* (Los nombres corresponden con American Ornithologist's Union 1983).

FAMILIA	ESPECIES	TERRITORIALIDAD
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i> (Lichtenstein, 1830)	Residente
	<i>Cyananthus latirrostris</i> (Swainson, 1827)	Migratorio
	<i>Amazilia viridifrons</i> (Elliot, 1871)	Residente
	<i>Amazilia violiceps</i> (Gould, 1859)	Residente
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	Residente
	<i>Columbina inca</i> (Lesson, 1847)	Residente
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i> (Swainson, 1827)	Migratoria
Corvidae	<i>Cyanocorax samblasianus</i> (Lafresnaye, 1842)	Residente
Gallinaceae	<i>Gallus gallus</i> (Linnaeus, 1758)	Residente

El total de observaciones de aves fue de 113 avistamientos. Sin embargo, el hecho de que en una familia se encuentren un mayor número de especies, no asegura una posición predominante en cuanto al número de individuos, así se tiene que aunque la familia Trochilidae, ocupa el 1^{er} lugar por número de especies identificadas (4), con relación al total de individuos, ocupó el 2^o lugar con 39. Mientras que, la familia Columbidae ocupa el 2^o lugar con dos especies, de acuerdo con el total de individuo ocupó el 1^{er} lugar (53 individuos) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Lista de aves y posición que ocupan según el número de individuos por especie y familia

Familia	Especie	No. de Individuos	(%)	Posición de la especie por No.de indiv.	Posición de la fam. por No. de especies	Posición de fam. por No. de individuos
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	25	22.12	2°	1°(4)	2° (39)
	<i>Cyananthus latirrostris</i>	6	5.31	5°		
	<i>Amazilia viridifrons</i>	6	5.31	5°		
	<i>Amazilia violiceps</i>	2	1.77	7°		
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	30	26.5	1°	2° (2)	1° (53)
	<i>Columbina inca</i>	23	20.35	3°		
Icteridae	<i>Icterus cuculatus</i>	17	15.01	4°	3° (1)	3° (17)
Corvidae	<i>Cyanocorax</i>	3	2.65	6°	3° (1)	4° (3)
	<i>sambliasiana</i>					
Gallinaeae	<i>Gallus gallus</i>	1	0.88	8°	3° (1)	5° (1)
TOTAL:		113				

El caso de la familia Icteridae se ubica en el 3^{er} lugar con menor número de especies (1), junto con *Cyananthus latirrostris* y *Gallus gallus*, se ubica dentro de los 3 primeros lugares por contar con un alto número de individuos vistos consumir frutos de *S. queretaroensis* (17).

Las especies de aves registradas como consumidoras del fruto presentan una gran variedad de formas y características, se incluyen especies que se desarrollan en ambientes de variados como lo son, lugares de cultivos y ambientes áridos (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Descripción del tipo de hábitat para cada una de las especies de aves (tomado de American Ornithologist's Union 1983)

FAMILIA	ESPECIES	HABITAT
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i> (Lichtenstein, 1830)	Asociaciones primarias de Pino-Encino, zonas árido arbustivas, regiones tropicales y subtropicales.
	<i>Cyananthus latirrostris</i> (Swainson, 1827)	<i>Reproducción:</i> sur de los Estados Unidos de Norte America, hasta la parte centro norte de México. <i>Invierno:</i> Sonora, Chihuahua, Tamaulipas, centro norte de México.
	<i>Amazilia viridifrons</i> (Elliot, 1871)	Bosques abiertos, zonas de arbustos, zonas áridas, y tierras bajas.
	<i>Amazilia violiceps</i> (Gould, 1859)	Bosques abiertos, zonas áridas y semiáridas, tropicales y subtropicales
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	Tierras cultivadas, sabana, áreas de arbustos, y cerca de lugares donde habita el humano.
	<i>Columbina inca</i> (Lesson, 1847)	Árboles y arbustos en crecimiento, frecuentemente en zonas áridas y semiáridas, alrededor de las áreas de cultivo, granjas, parques y jardines.
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i> (Swainson, 1827)	<i>Reproducción:</i> sur de los Estados Unidos de Norte América, y cerca de los lugares donde habitan los humanos, Bosques de ribera, palmares, mezquiteras, zonas áridas de arbustos. <i>Invierno:</i> norte de México, raramente al sur de California, parte central de México hasta Oaxaca.
Corvidae	<i>Cyanocorax samblesianus</i> (Lafresnaye, 1842)	Bosque abiertos, arbustos costeros y manglares, zonas tropicales y subtropicales, planicie del Pacífico desde Nayarit hasta la costa de Guerrero.
Gallinaceae	<i>Gallus gallus</i> (Linnaeus, 1758)	Asociados al ser humano

CUICBA

De acuerdo con el comportamiento de los números y al considerar únicamente a las especies sin tomar en cuenta a la familia que corresponden, se tiene que el mayor porcentaje lo ocupa *Columbina talpacoti* con 30 individuos observados consumiendo frutos de *S. queretaroensis* (26.55 %), le sigue *Amazilia beryllina* con 25 individuos (22.12 %); *Columbina inca* con 23 individuos (20.3%), *Icterus cuculatus* con 17 individuos (15.04 %) (ver Cuadro 5). Existe un segundo grupo de especies formado por: *Cyananthus latirostris*, *Amazilia viridifrons*, *Cyanocorax samblasiana*, *Amazilia violiceps* y *Gallus gallus*, que también consumen los frutos del pitayo, pero existe una marcada diferencia en cuanto a número de individuos (frecuencia), con respecto al primer grupo (Figura 4).

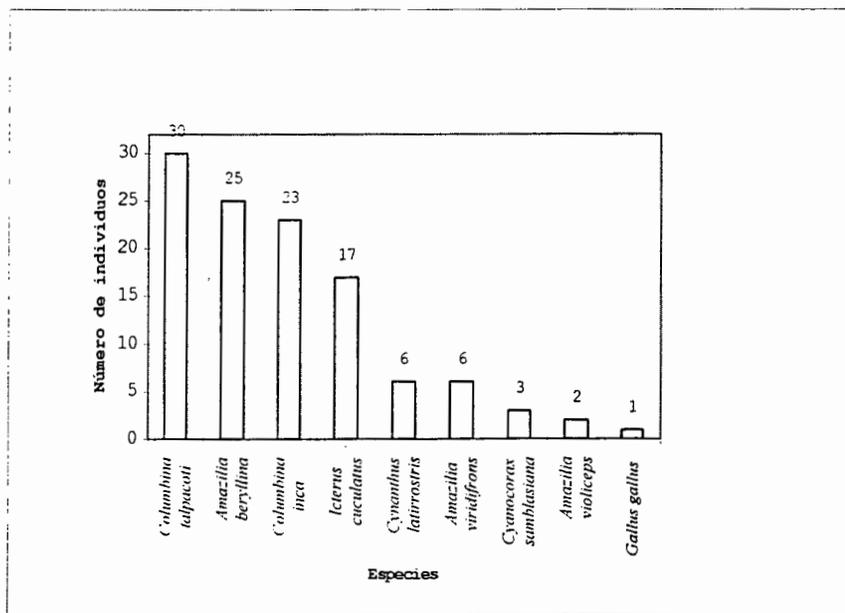


Figura 4. Total de avistamientos de aves consumiendo frutos de *S. queretaroensis*

Descripción de la forma de consumo para cada especie del grupo de las aves consumidoras de frutos de *Stenocereus queretaroensis*

Columbina talpacoti

Esta especie pertenece al grupo de los que tragan el fruto que esta en el suelo (Fs), además de que sólo consume los frutos ya abiertos (Fa), el modo de consumir el recurso, es por medio del picoteo (P), mientras que la interacción que mantiene con la semilla, en lo que se refiere a movimiento que le da a estas, obtuvo un 3 (M), es decir, tiene una alta posibilidad de mover las semillas a otro sitio diferente en el que comió el fruto (3m) (ver Cuadro 5). En lo referente a la depredación de las semillas, esta especie se consideró con una baja frecuencia (1p); mientras que el factor de dispersión se vió favorecido con una moderada frecuencia (2d).

Amazilia beryllina

Esta es una especie de colibrí, que se registró un total de 25 veces al momento de consumir el néctar o la pulpa del fruto de *S. queretaroensis* (Sp.), lo que representa el 22.12 % de la muestra, al igual que la especie anterior el modo de consumo de frutos es por medio del picoteo (P) del mismo, manteniendo así, una relación neutral en lo que respecta a las semillas (ver Cuadro 5). A esta especie no se le puede considerar como dispersora de semillas del pitayo, ya que por la morfología de su pico y sus preferencias alimenticias no tragan semillas.

Columbina inca

El total de individuos de esta especie fue de 23 (20.35 %) avistamientos de organismos consumiendo el fruto del pitayo, al igual que su congénere, (*C. talpacoti*), esta especie de paloma consume la pulpa con todo y semillas de frutos ya abiertos (Fa) y que se

encuentran tirados en el suelo (Fs), es muy difícil considerar que consumen frutos arriba del pitayo, debido a la falta de pruebas (ver Cuadro 5).

En lo que respecta a la evaluación de la interacción con la semilla, se puede decir que tiene una alta posibilidad de mover las semillas (3m), por otro lado hay una baja frecuencia de depredación (1p) y una moderada frecuencia de que disperse la semilla(2d) (ver Cuadro 5).

Icterus cuculatus

Esta es una especie que consume frutos ya abiertos (Fa), además de comerlos arriba del cactus (Far), al igual que todo el grupo de las aves picotea (P) el fruto. De acuerdo con la interacción con la semilla, esta especie de ave puede tener un margen amplio de movimiento (3m?), mientras que en lo referente a la depredación, se tiene una baja frecuencia (1p) y en la dispersión se obtuvo una moderada frecuencia de dispersión (2d), por lo que se le puede considerar como una especie que en cierto momento puede llegar a dispersar semillas de pitayo (Cuadro 5).

- ***Cyananthus latirrostris***

Esta es otra especie de colibrí, la cual tiene la característica de consumir solo el jugo o néctar de las *pitayas* (Sp), por lo que su forma de consumo es mediante el picoteo (P) de frutos abiertos (Far), no presenta movilidad alguna de la semilla, por lo que su relación con esta es neutral (Nt).

Amazilia viridifrons

Las características anatómicas propias de esta familia no permiten que esta especie tenga una relación como dispersora de semillas de pitayos por lo que se considera neutral (Nt), en lo referente al destino de las semillas de *S. queretaroensis* (Cuadro 5).

Cyanocorax samblasianus

Esta especie aunque fue vista solo tres (3) veces (2.65 % del total de aves), tiene características muy especiales que le hacen tener una marcada mención en este apartado (Cuadro 5).

Debido al tamaño de esta ave, que relativamente es grande con respecto al grupo de aves consumidoras del fruto del pitayo; se le observó que tiene la capacidad de transportar el fruto completo de un lado a otro intactos (Fi), además de consumir frutos arriba del pitayo (Far).

Por otra parte se puede mencionar que esta especie tiene la capacidad de triturar algunas de las semillas del fruto (M).

La interacción que se dan entre esta especie y las semillas del fruto de *S. queretaroensis*, es de que hay una alta frecuencia de que pueda mover la semilla (3m), esto debido a que transporta el fruto completo y al tamaño del ave, por otra parte la depredación de semillas se ve moderadamente afectada, ya que solo se le consideró con un 2 en depredación; en lo correspondiente a la dispersión, se obtuvo como resultado una alta frecuencia de dispersión (3d)(ver Cuadro 5).

Amazilia violiceps

Otra especie de la familia Trochilidae, fue *Amazilia violiceps*, que fue vista consumir frutos solo dos (2), lo que corresponde al 1.77 % del total de aves. Como ya se dijo para anteriores miembros de esta familia en particular, no tienen los elementos anatómicos ni de

comportamiento, para considerarla como dispersora de semillas de la especie en cuestión (*S. queretaroensis*) ya que anatómicamente no es posible que pueda consumir semillas de pitayo; su relación, como ya se indicó, es solo con la pulpa del fruto (Sp), por lo que también se deduce que no traga la semilla en ningún momento y que mantiene una relación neutral (Nt), en lo referente a la interacción con la semilla.

Gallus gallus

Esta última especie fue la menos abundante, con un solo organismo (1) visto consumir frutos de *S. queretaroensis*, lo que corresponde al 0.88% del total de aves vistas consumir pitayas; aunque esta no es en absoluto una especie silvestre, ya que se le relaciona con asentamientos humanos, se le consideró como consumidora de frutos del pitayo, por tener la capacidad de comerlos frutos y las semillas de *S. queretaroensis*; ya que se apreció que los frutos que consume, son aquellos que se encuentran en el suelo (Fs), además de que son frutos ya abiertos (Fa) (ver Cuadros 5).

Por otra parte no se descartó la posibilidad de que pudiera llegar a triturar algunas de las semillas. En lo que se refiere a la interacción que se da entre esta especie y las semillas de *S. queretaroensis*, se puede decir que esta especie tiene una moderada capacidad de transportar las semillas (2m), esto a causa de la relación tan estrecha que se tiene con asentamientos humanos, en la relación de depredación se tiene una moderada relación (2p), y en la parte de dispersión hay una duda de que la especie *G. gallus* pueda fungir como dispersora de semillas de pitayas.

Cuadro 5 Descripción de las formas de consumo para el grupo de aves consumidoras de frutos de *S. queretaroensis*

Especies	No. de avistamientos	Consumo de frutos	Modo de consumo de semillas y pulpa	Interacción con la semilla	Daños a la semilla
<i>C. talpacoti</i>	30	Fa, Fs	P	3m, 1p,2d	Sd
<i>A. beryllina</i>	25	Sp	P	—	Nt
<i>C. inca</i>	23	Fa, Fs	P	3m, 1p,2d	Sd
<i>I. cuculatus</i>	17	Fa, Far	P	3m?, 1, 2d?	Sd
<i>C. latirrostris</i>	6	Sp	P	—	Nt
<i>A. viridifrons</i>	6	Sp	P	—	Nt
<i>C. samblasiana</i>	3	Far, Fi, M	P	3m, 2p, 3d	Sd, R?
<i>A. violiceps</i>	2	Sp	P	—	Nt
<i>G.gallus</i>	1	Fs, Fa, M	P	2m, 2p, 2d?	Sd, R?

Fs: Frutos en el suelo

Fa: Frutos ya abiertos

Sp: Solo consumen la pulpa

Far: Consumen frutos arriba del cactus

Fi: Frutos intactos

M: Mastican la semilla

P: Picotea el fruto

R: Rompe algunas semillas

FRECUENCIA DE INTERACCION

1: Baja

2: Moderada

3: Alta

m: mueve la semilla

p: depreda la semilla

d: dispersa la semilla

Lista de mamíferos

Dentro del grupo de los mamíferos se encontraron cinco ordenes que son: Chiroptera, Artiodactila, Carnívora y Lagomorpha, dentro de las cuales se identificaron seis familias, (únicamente dentro del orden Carnívora corresponden dos especies), con respecto al número de especies por familia solamente la familia Phyllostomidae cuenta con cuatro especies, y para el resto de las familias una sola.

CUADRO 6 Especies de mamíferos consumidores de frutos de *S. queretaroensis*

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
MAMMALIA	Quirópteros	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i> (J. A. Allen, 1897)
			<i>Dermanura tolteca</i> (Saussure, 1860)
			<i>Leptonycteris curasoae</i> (Miller, 1900)
			<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)
	Artiodáctyla	Bovidae	<i>Bos taurus</i> (Linnaeus, 1759)
	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus spp.</i>
	Carnívora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i> (Lichteinstain, 1830)
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)			
Lagomorfa	Leporidae	<i>Sylvilagus sp.</i>	

La descripción numérica nos muestra que dentro de la familia Phyllostomidae se encontraron a cuatro especies de consumidores de los frutos de *S. queretaroensis*, que son: *Artibeus intermedius* (J. A. Allen, 1897), *Dermanura tolteca* (Saussure, 1860), *Leptonycteris curasoae* (Miller, 1900) y *L. nivalis* (Saussure, 1860), lo que la hace tener el 1^{er} lugar, en cuanto al número de especies (4); la familia que ocupa el 2^o lugar, es Procyonidae, con 2 especies *Bassariscus astutus* (Lichteinstain, 1830) y *Nasua narica* (Linnaeus, 1766), las familias restantes Bovidae, Sciuridae, Leporidae, se sitúan en 3^o lugar por contar solo con una especie (ver cuadros 6 y 7).

Tomando en cuenta el número de individuos consumidores de pitayas, para determinar la posición de la especie con relación al resto de las clases de mamíferos, se observa en 1^a posición la especie *Leptonycteris curasoae* por contar con 12 individuos, lo que equivale al 60 % del total de consumidores; la 2^a posición la ocupan *Leptonycteris nivalis* y *Bos taurus* cada una de ellas con 2, que equivalen al 10%.

En la 3^a posición *L. nivalis* y *Bos taurus*, con dos individuos confirmados como consumidores, para cada una de ellas, lo que corresponde 6.89 % del total de mamíferos.

El 4° lugar lo ocupan varias especies, tales son: *Artibeus intermedius*, *Dermanura tolteca*, *Bassariscus astutus* y *Sylvilagus* sp., para este grupo de consumidores solo se registró un individuo por especie, lo que forma el 3.4 % del total de mamíferos consumidores.

Analizando ahora la posición de la familia con base en el número de individuos se encontró que la familia Phyllostomidae ocupa el 1^{er} lugar con un total de 16, seguido de la familia Bovidae con dos y el 3^{er} lugar lo ocupa la familia Procyonidae y Leporidae con un individuo cada una. (cuadro 7).

Cuadro 7. Lista de mamíferos consumidores de frutos de *S. queretaroensis* y la posición que ocupan en el grupo

Familia	Especie	No. de indiv.	(%)	Pos.de la esp. por No. de individuos	Pos. de la fam. por No. de especies	Pos. de la fam. por No. de individuos
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	1	5	4°	1°(4)	1°(16)
	<i>Dermanura tolteca</i>	1	5	4°		
	<i>Leptonictoris curasoae</i>	12	60	1°		
	<i>Leptonictoris nivalis</i>	2	10	3°		
Bovidae	<i>Bos taurus</i>	2	10	3°	2°(1)	2°(2)
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i> *	1	5	4°	2°(1)	3°(1)
Sciuridae	<i>Spermophilus</i> sp.*	-	-	-	-	-
Procyonidae	<i>Nasua narica</i> *	-	-	-	-	-
Leporidae	<i>Sylvilagus</i> sp.*	1	5	4°	2°	3°(1)

* especies determinadas con base en excretas.

Captura de murciélagos y su relacion con *S. queretaroensis*

Fueron cuatro especies pertenecientes a la familia Phyllostomidae: *Artibeus intermedius*, *Dermanura tolteca*, *Leptonictoris curasoae* y *L. nivalis*. De acuerdo con el número de individuos por especie, *Leptonictoris curasoae*, se ubica en el primer lugar por contar con 12, lo que corresponde a un 75% del total de murciélagos capturados, en la 2^a posición, y con un 12.5% del porcentaje total, está *Leptonictoris. nivalis*, con dos organismo atrapados y confirmados como consumidores, el 3° lugar lo ocupan las especies

de: *Artibeus lituratus*, *Dermanura tolteca*, con un individuo lo que corresponde con un 6.25% de abundancia relativa.

Cuadro 8. Lista de especies de murciélagos consumidoras del fruto de pitayo y su abundancia relativa.

Familia	Especie	No. de indiv.	(%)	Pos. de la esp. por No. de individuos
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	1	6.25	4°
	<i>Dermanura tolteca</i>	1	6.25	4°
	<i>Leptonycteris curasoae</i>	12	75	1°
	<i>Leptonycteris nivalis</i>	2	12.5	3°
TOTALES:		16	100	

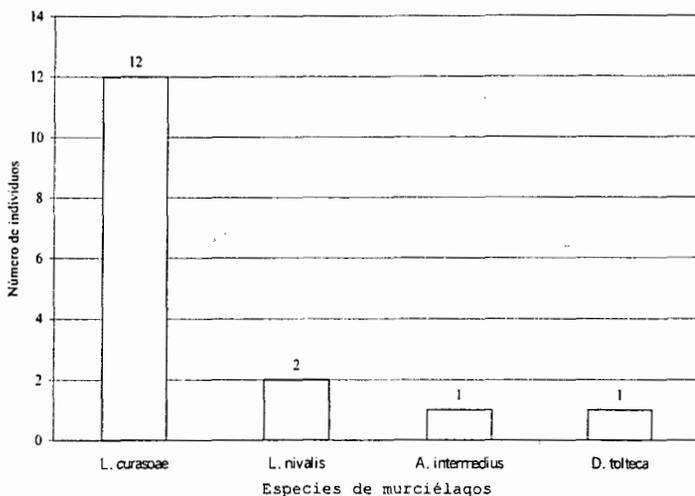


Figura 5. Especies de murciélagos consumidores de frutos de pitayo y sus abundancias relativas.

En la figura 5, se observa una mayor abundancia de *Leptonycteris curasoae*, (12 individuos), lo que contrasta con las otras dos especies: *L. nivalis* (con tres individuos) y *D. tolteca* y *Artibeus intermedius* con solo un individuo en ambos casos.

Papel de algunas especies de mamíferos consumidoras de frutos de *Stenocereus queretaroensis*, en la dispersión de semillas.

Las pruebas de germinación de semillas excretadas por mamíferos arrojaron los siguientes resultados:

El modelo general que describe mejor el proceso de germinación de semillas de *S. queretaroensis* consumidas por mamíferos, es descrito por la Ecuación 1.

$$Y = a + b F3(x) \quad 1$$

donde Y es el porcentaje (%) de semillas germinadas; a , b y $F3$ son parámetros que representan el tiempo en días y el día de inicio de la germinación, respectivamente y x es el tiempo (días). Este modelo se eligió como el mejor, considerando los criterios de alto coeficiente de correlación múltiple (R^2) y menor cuadrado medio del error (Draper y Smith, 1966), de entre 60 modelos a los que se ajustaron los datos de porcentaje de germinación en función del tiempo para cada tratamiento con el auxilio del programa TBLCURVE 2d (Jandel Scientific, 1990). Los valores de los parámetros estimados, mediante mínimos cuadrados, para los diferentes tratamientos, se presentan en el Cuadro 9. En el Cuadro 10 se resumen los resultados del análisis de varianza.

Los valores de R^2 (Cuadro 9) indican que todos los modelos explican $>90\%$ de la variación de los porcentajes de germinación en función del tiempo (días), lo cual es corroborado por los valores de varianza (cuadrados medios, CM) correspondientes a las diferentes regresiones, incluso, los modelos presentan altos niveles de significancia < 0.01 , lo cual se aprecia en el Cuadro 10.

En la Figura 6 se aprecian diferencias entre tratamientos respecto del día de inicio de la germinación, así como en el porcentaje de germinación total y el tiempo necesario (tiempo de germinación) para alcanzar ese nivel por efecto de los tratamientos.

Con la intención de asociar alguno de los parámetros del modelo general (Ecuación 1) con el día de inicio de germinación, el porcentaje de germinación total o el tiempo de germinación, se generó la matriz de correlación con base al coeficiente de correlación r de Pearson (Cuadro 11). En este cuadro, los dos componentes numéricos del parámetro $F3$, se identificaron, en orden, como $F3'$ y $F3''$.

Día de inicio de germinación

Por efecto del tratamiento control, la germinación inició cinco o seis días después que la del resto de tratamientos (Figura 6). La germinación de semillas provenientes de excretas de murciélago y cacomixtle inició el cuarto día después del establecimiento del experimento, mientras que la de las semillas extraídas de excretas de conejo inició el quinto día. Lo anterior indica claramente que la escarificación natural asociada al paso de las semillas de *S. queretaroensis* por un tracto digestivo de mamíferos es parte de un proceso eco-fisiológico importante para la germinación.

El parámetro $F3'$ se correlaciona positiva y significativamente ($r=1$; $p<0.004$) con la variable día de inicio de germinación (Cuadro 12). Ello sugiere que a mayor valor de $F3'$, el inicio de la germinación es más tardío.

Cuadro 9. Parámetros de regresión [$Y = a + b F3 (x)$] para describir el porcentaje de germinación de semillas de *S. queretaroensis* por efecto de diferentes tratamientos.

Tratamiento	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>F3</i>	<i>R</i> ²
<i>Leptoncyteris curasoae</i>	-6.39	83.58	$1/(1+\exp(-(x-6.19)/1.61))$	0.99
<i>Bassariscus astutus</i>	-2.66	79.26	$1/(1+\exp(-(x-5.36)/0.88))$	0.99
<i>Sylvilagus sp.</i>	-2.38	96.70	$1/(1+\exp(-(x-7.13)/1.03))$	0.99
Control	-2.96	89.96	$1/(1+\exp(-(x-13.82)/2.21))$	0.99

Cuadro 10. Análisis de varianza para los modelos que describen el porcentaje de germinación de semillas de *S. queretaroensis* por efecto de diferentes tratamientos.

FV	<i>Leptonicyteris curasoae</i>			<i>Bassariscus astutus</i>		
	GI	SC	F	GI	SC	F
Regresión	1	24170.40	2795.97**	1	22272.99	2384.39**
Error	25	8.64		22	9.34	
Total	26			23		

FV	<i>Sylvilagus sp.</i>		Control	
	GI	F	GI	F
Regresión	1	38076.81	4228.47**	5640.52**
Error	21	9.00	25	6.30
Total	22		26	

** significativo a $p<0.01$.

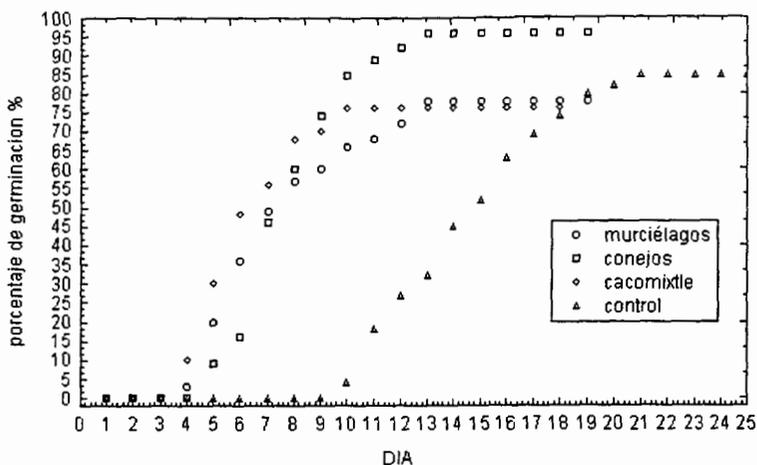


Figura 6. Porcentaje de semillas germinadas después de pasar por el tracto digestivo de diferentes mamíferos y puestas a germinar en cajas petri en laboratorio.

Cuadro 11. Matriz de correlación entre parámetros de los modelos y variables de germinación.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>F3'</i>	<i>F3''</i>	% Germinación	Día de inicio de germinación
<i>B</i>	0.36					
<i>F3'</i>	0.87	0.40				
<i>F3''</i>	0.51	0.15	0.86			
% Germinación	0.31	0.98	0.26	-0.04		
Día de inicio de germinación	0.91	0.38	1.00	0.82	0.25	
Tiempo de germinación	0.50	0.42	0.86	0.95	0.24	0.81

En negritas coeficientes de correlación (*r* de Pearson)

significativos a $p < 0.05$.

Porcentaje de germinación total

La escarificación en el tracto de conejos es más efectiva en cuanto a la germinación de semillas de *S. queretaroensis* con un 96 %, mientras que el efecto de los tratamientos asociados a murciélagos, cacomixtle y control fue de 78, 76 y 85 %, respectivamente.

El parámetro b se correlaciona positiva y significativamente ($r=0.98$; $p<0.02$) con la variable porcentaje de germinación (Cuadro 12). Ello indica la correspondencia entre valores absolutos mayores de b y mayores porcentajes totales de germinación.

Tiempo de germinación

Por efecto del control, el tiempo de germinación fue de 11 días; mientras que para alcanzar el total de germinación se requirieron nueve, ocho y seis días por efecto de los tratamientos correspondientes a murciélago, conejo y cacomixtle, respectivamente. Ello se aprecia en la Figura 6.

El parámetro $F3''$ se correlaciona positiva y significativamente ($r=0.95$; $p<0.04$) con la variable tiempo de germinación (Cuadro 12). Esto indica que a mayor valor de $F3''$, mayor es el tiempo necesario para alcanzar el máximo porcentaje de germinación.

Se obtiene un mayor porcentaje de germinación en menor tiempo cuando las semillas de *S. queretaroensis* han pasado por un tracto digestivo de mamífero consumidor de frutos de pitaya. Las semillas provenientes de excretas de conejo presentaron el mayor porcentaje de germinación (98); mientras que las semillas separadas de excretas de cacomixtle germinaron en el menor tiempo (6 días), aunque con el menor porcentaje de germinación total.

El modelo general que describe el porcentaje de germinación en función del tiempo es descrito por la Ecuación:

$$Y = a + b F3(x) \quad 2$$

donde Y es el porcentaje de semillas germinadas, a , b y $F3$, $F3'$ y $F3''$ [$F3=1/(1+\exp(-(x-F3')/F3''))$] son parámetros, y x es el tiempo (días).

Los parámetros b , $F3'$, y $F3''$ tienen una correlación significativa con el porcentaje de germinación total, días para inicio de germinación y tiempo de germinación, respectivamente. Esto sugiere que el modelo general empírico seleccionado es una herramienta valiosa para explicar el proceso de germinación de semillas de *S. queretaroensis* en un contexto eco-fisiológico.

DISCUSIÓN

Registro de vistas y captura de aves y descripción de la forma de consumo para el grupo de las aves consumidoras de frutos de *Stenocereus queretaroensis*

El modo de dispersión de ciertas cactáceas esta fuertemente asociada con las características estructurales de los frutos y semillas (Breegman, 1988). Son dos las formas principales por las cuales las semillas de las cactáceas son diseminadas: por un lado encontramos el efecto del viento (anemocoria) y por el otro la acción de los animales (zoocoria) (Rojas Arechiga y Vázquez Yañez, 1999). En el caso de la planta que tenemos bajo estudio (*S. queretaroensis*), se reconoce una forma de dispersión de semillas por demás evidente, llamada zoocoria, este hecho fue confirmado a partir de múltiples observaciones y variadas aseveraciones bibliográficas.

Los resultados obtenidos sobre las especies consumidoras de fruto de pitayo, concuerdan con las aseveraciones hechas por Valiente Banuet y Arizmendi (1997), quienes hacen mención de dos grupos de dispersores de semillas de cactus, por un lado están los dispersores primarios, que son los que consumen los frutos directamente de la planta, estos pueden ser diurnos (algunas aves y lagartijas) o nocturnos (algunas especies de murciélagos) y por el otro lado los dispersores secundarios, que son principalmente roedores y hormigas; ellos definen al grupo por el hecho de comer los frutos ya caídos de la planta madre; en ocasiones los animales del primer grupo, defecan o regurgitan en sitios adecuados para el establecimiento, el segundo grupo acarrea las semillas a sus nidos u hormigueros, en donde las semillas escapan de la depredación, además de que se pueden dar las condiciones favorables para la germinación; *S. queretaroensis* presenta estas dos alternativas (Figura 7), ya que como dispersores primarios se encuentran las aves y

murciélagos y por el otro lado (consumidores secundarios), están insectos como hormigas, vacas y también algunas especies de aves como *Columbina talpacoti*, y *C. inca*



Figura 7. Establecimiento de un individuo de *S. queretaroensis* en un hueco de árbol, sitio seguro para la germinación y establecimiento de plántulas.

Rojas Arechiga, y Vázquez Yañez, 1999 afirman que, el grupo de aves estudiadas, pueden potencialmente dispersar semillas, solo si estas, son depositadas en micrositios con las condiciones que favorezcan a la germinación, lo que concuerda con lo señalado por Fleming y Sosa (1994), quienes señalan que los dispersores pueden ser considerados con tres características que los definen como legítimos, eficientes y efectivos.

Con lo anterior se esclarece el hecho de que el grupo de las aves en general es el más estudiado en cuestiones como la dispersión de semillas en regiones tropicales (Poulin *et al.* 1992; Morton 1973; Nathaniel 1988), Granados-Sánchez (1991), afirma que las aves

merecen un especial interés por el hecho de realizar en ocasiones la actividad de dispersión de semillas a mayor distancia y de igual importancia tanto en regiones tropicales como en regiones templadas, lo que concuerda con el estudio de Nathaniel (1988).

Los resultados del presente trabajo reflejan que del total de especies confirmadas como consumidoras de frutos de *S. queretaroensis* (9 especies), solo 5 especies tienen el potencial de ser dispersoras de semillas, en orden de mayor a menor abundancia se encuentra *C. talpacoti*, la cual consume frutos durante el día y además en una fase de maduración muy avanzada (abiertos), sin mencionar los que ya están en el suelo; en contraste con la poca presencia de *Gallus gallus*, que a pesar de su poca movilidad y su estrecha relación con el ser humano, es posible que lleve un número considerable de semillas a lugares favorables para el crecimiento de las plántulas. Sin embargo, la relación de *S. queretaroensis* con las aves no sólo es de tipo trófico, ya que algunas especies, usan los individuos de *S. queretaroensis* para establecer sus nidos (Figura 8).

Un factor de importancia relevante para la dispersión de semillas es el tiempo de permanencia en la planta donde se alimenta el ave (Pratt y Stiles, 1983), ya que esto determina el número de frutos y por ende de semillas que se consumirán en la visita; en este sentido encontraron que el grupo de palomas, son las que tienen un mayor número de avistamientos y con una media estadística mayor de permanencia en el árbol alimentándose o simplemente en percha; estos resultados se asemejan a los encontrados en el sitio “El Limoncillo”, a pesar de que los tiempos de permanencia no fueron registrados, concuerda con el hecho de tener el mismo grupo de mayor abundancia el cual pertenece al de las palomas (*Columbina talpacoti* y *C. inca*).



Figura 8. Establecimiento de nido de ave sobre las ramas de *S. queretaroensis*.

Cabe resaltar que existen especies de aves las cuales fueron registradas como consumidoras del fruto de pitayo, las cuales pertenecen al grupo de las comúnmente llamadas colibríes, como *Amazilia beryllina*, *Cyananthus latirrostris*, *Amazilia viridifrons* y *Amazilia violiceps* las cuales no juegan el papel de dispersoras de semillas de la especie, pese a su alto índice de registros, ya que su morfología y requerimientos alimenticios determinan su preferencia por la pulpa, de hecho, Cupul Magaña (1996), las clasifica dentro del gremio alimenticio de nectarívoras. Para el caso particular de *Amazilia viridifrons*, es importante señalar que se trata de una especie endémica de Meso América (Flores Vilella y Gerez, 1988).

Por otro lado, *Gallus gallus*, la cual representa una especie paratrópica, podría considerarse como dispersora ocasional de semillas de *S. queretaroensis*. (con una abundancia de 0.88 % en este trabajo) dado que actualmente se acentúa la relación entre pitayas-humanos-fauna domesticada, lo que aumenta la posibilidad de que esta especie

participe en dicho proceso, al menos en aquellas pitayeras con cierto grado de intervención humana.

Captura de murciélagos y su relación con los frutos de *S. queretaroensis*.

En el presente trabajo se encontraron la presencia de 4 especies de murciélagos todos ellos correspondientes a la familia Phyllostomidae, (*Artibeus literatus*, *Dermanura tolteca*, *Leptonycteris nivalis*, y *L. curasoe*); es conveniente aclarar que Arita y Martínez del Río (1990), reportan la distribución de *L. nivalis* en zonas de mayor altitud o en zonas de transición de bosque tropical caducifolio y bosques de encino o coníferas, mientras que a *L. curasoe*, se le puede encontrar en tierras bajas de lugares donde hay bosques tropicales caducifolios o bosques espinosos, tipos de vegetación propios de la distribución natural del pitayo. Sin embargo, la presencia de *L. nivalis* asociada al pitayo es un hecho que no sorprende, a pesar de que su distribución generalmente se ve restringida a altitudes mayores de acuerdo con Arita y Martínez del Río (1996), es probable que su presencia se deba a la abundancia del recurso alimenticio y dicha especie de murciélago haya tenido que desplazarse hasta el área de estudio en busca de alimento. Huerta Martínez y Muñoz Urias (datos no publicados), corroboran la presencia de *L. nivalis* en pitayeras de la cuenca de Sayula, Jalisco situadas a una altitud de 1350 a 1400 msnm.

Sin embargo, la especie de mayor abundancia y de mayor relación con *S. queretaroensis*, es *L. curasoe*, ya que cuenta con el 75 % del total de individuos atrapados, lo que hace posible pensar en la mayor cantidad de encuentros de estas dos especies; tal afirmación se fortalece por el hecho de haberse registrado en repetidas ocasiones el consumo de frutos maduros (abiertos) por parte de los murciélagos en su mayoría del género *Leptonycteris spp.* Es conveniente hacer constar que para confirmar el consumo de frutos de *S. queretaroensis* por parte de los murciélagos, se realizaron observaciones

directas sobre los frutos ya abiertos por las noches, registrando los visitantes; para lograrlo se recurrió al uso de lámparas y se confirmó efectivamente que los murciélagos son consumidores comunes ya que en un gran número de ocasiones fueron observados consumiendo fruto muy maduros de *S. queretaroensis*.

Otro de los puntos que hace confirmar que los murciélagos son consumidores regulares en la temporada de fructificación del pitayo, es el hecho de que al ser atrapados en las redes de niebla, las excretas que defecaron tenían un gran contenido de semillas de frutos del cactus *S. queretaroensis*, además del experimento de germinación realizado.

Fleming y Sosa (1994), consideran a *L. curasoe*, como un dispersor “legítimo” y potencialmente “eficiente” de semillas de cactus columnar; y se ha registrado que estos consumidores defecan en lugares con condiciones favorables como cuevas, y cavidades de troncos y rocas (observación personal), lo antes mencionado, ayuda a esclarecer el hecho de que las semillas de este cactus, necesita de una protección en los primeros estadios del desarrollo (nodrisismo), lo que apoya la idea planteada por Huerta Martínez y Muñoz Urias (1999), acerca de los bajos requerimientos de luz para la germinación de las semillas.

Los resultados que se obtuvieron en el laboratorio sobre las pruebas de germinación, sugieren que *L. curasoe*, puede considerarse dispersor eficiente de acuerdo con Bustamente *et al.* (1992) y Fleming y Sosa (1994), en los cuales los dispersores son evaluados según la actividad que realicen con las semillas. Los autores mencionados establecen como **dispersores legítimos** a aquellos que no alteran la estructura de las semillas al pasar por el tracto digestivo de estos; **dispersores eficientes** a aquellos que depositan las semillas en sitios seguros para la germinación, lo cual aumenta la probabilidad de sobrevivencia y germinación; y **dispersores efectivos** a aquellos agentes particulares que son responsables de la diseminación de la especie vegetal con lo que

aseguran el establecimiento de las plántulas y aumenta el número de individuos incorporados a la población.

Aunque el presente estudio no tuvo el fin de evaluar las categorías de dispersores antes descritas los resultados obtenidos reflejan una clara acción de los mamíferos de los cuales se tomaron semillas de las excretas para el experimento de germinación, por lo que se podría considerar que todas las semillas contenidas en las excretas resultaron ser viables e incluso para *S. queretaroensis* podría ser benéfico ya que se disminuye el tiempo de repuesta a la germinación. Aunado a esto, otro hecho que debe tomarse en cuenta es el requerimiento de *S. queretaroensis* para establecerse por lo general en microsítios con poca luz como bajo ciertos arbustos y coincidentemente la talla de los mamíferos al ser pequeña tal es el caso de (*Sylvilagus* sp.), propicia aún más este establecimiento debido a que las madrigueras se localizan entre las rocas o entre los arbustos.

Sin embargo, si se observan las variaciones en el número de los individuos de la población que tienen esta especie de murciélago (*L. curasoae*) en el trabajo de Ceballos *et al* (1997), se ve claramente que en la época en la que se hizo este trabajo, el número de individuos en la región de Chamela, Jalisco, se reduce drásticamente en comparación al periodo comprendido para los meses de noviembre; esto nos hace pensar que la especie de *L. curasoae*, no basa su alimentación exclusivamente en los frutos de *S. queretaroensis*, sino que solo lo consume debido a la abundancia de ellos en la época y que *S. queretaroensis* no solo se restringe a ser consumida por el grupo de murciélagos.

Lo anterior concuerda con lo descrito por Ruíz *et al.* (1997), quienes reportan que *Glossophaga longirostris* (Chiroptera), solo interactúa con el fruto de algunas cactáceas de la zona árida de Colombia, al momento de haber una mayor abundancia del mismo (2 estaciones de lluvia al año), con esto se entiende que la especie de murciélago esta

relacionada con la disponibilidad del recurso, lo que no parece reflejar una preferencia hacia los frutos.

Por su parte, *Artibeus literatus*, se reporta como dispersora de semillas de muy variadas familias, en la región húmeda tropical de Veracruz (Vázquez-Yañez *et al.*, 1975), por lo que no se descartan las posibilidades de que tal especie tenga un efecto positivo en la dispersión de semillas de *S. queretaroensis*, por lo que debe de tomarse también como un factor de suma importancia en la cuestión de repoblamiento natural de este cactus.

Utzumarrum y Heldeman, (1991), consideraron el hecho de que al grupo de murciélagos se les ha tomado como unos dispersores a largas distancias, teniendo registros de movimiento de cerca de los 12 kilómetros, mientras que la especie de *L. curasoae* se le ha registrado en migraciones muy grandes de entre 30 y 60 km. en busca de alimento (Fleming, 1993), por lo que en consecuencia la importancia de este grupo consumidor para la variabilidad genética de las poblaciones silvestres de *S. queretaroensis* se incrementa (Fleming, 1994).

Cabe señalar que en el presente trabajo no se consideró el factor “olor del fruto” a pesar de que ya otros trabajos destacan su importancia para la localización y por ende para el consumo del fruto (Riegers y Jacob, 1988); el olor del fruto de *S. queretaroensis* es muy característico, lo que recuerda un sabor dulce y fácil de distinguir, por lo que se manifiesta en la importancia de la localización, por parte de los murciélagos y otros consumidores en relación a su olor, por lo que se recomienda que este factor sea considerado en estudios posteriores.

La importancia de trabajos en relación con la importancia de la dispersión llevada a cabo por los diferentes animales, es estudiada en muy diversos trabajos, (Montiel, y Montaña, 2000, Brown *et al.* , 1972, Bustamante *et al.*, 1992, Godinez-Alvarez y Valiente-

Vanuet 1998); por otra parte, el número de plántulas observadas en el sitio, indican un bajo repoblamiento de *S. queretaroensis* por un derivado sexual, se podría pensar en una posible baja efectividad de los dispersores; pero ya se comprobó que no es así, por lo que cabría pensar en una falta de micrositos “seguros” para el establecimiento de plántulas, además de la alta mortalidad en las primeras fases del desarrollo de la especie, ya que muestra una curva de sobrevivencia típica de tipo I, aunado a esto se encuentra el factor de apacentamiento por diversos tipos de ganado pero en particular vacuno, que incrementan la depredación postdispersión.

Con la dispersión de semillas por parte de los consumidores, se ven favorecidos tres puntos:

1) se ve reducida la densidad y la competencia de plántulas de *S. queretaroensis*, 2) se aumentan las posibilidades de encontrar sitios favorables para el establecimiento y 3) se aumenta la variabilidad genética de las poblaciones del cactus (Montiel y Montaña, 2000); a pesar de que en el presente trabajo no se evaluó la preferencia de ciertas especies de aves o mamíferos por el color del fruto, es muy probable que exista cierta preferencia de color por cierta especie de consumidor, lo que contribuye directamente en el polimorfismo de color de frutos (Traveset *et al.*, 2001a).

El polimorfismo de color se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, tanto en animales como en plantas, y sus prevalescencias por largos periodos de tiempo sugieren que son mantenidos por selección natural. Sin embargo, a pesar de que el estudio de tales polimorfismos ha recibido atención particular en las últimas décadas (Jones *et al.*,

1977; Golding, 1992; Gillespie & Oxford, 1998; Traveset y Willson, 1998), los mecanismos de mantenimiento y persistencia son relativamente desconocidos. Con frecuencia se hipotetiza que la selección por polimorfismo de color de frutos es mediada por los vertebrados frugívoros (Willson y O'Dowd, 1989; Willson y Whelan, 1990; Traveset y Willson, 1998). Las preferencias de los vertebrados frugívoros, sin embargo, es sólo una de las diversas presiones de selección que determinan la frecuencia de la distribución del color del fruto (Willson y Comet, 1993, Willson, 1994; Traveset y Willson, 1998).

Sin embargo, la relación con el cactus columnar, no se concentra solo a fruto-murciélago, también se han hecho trabajos donde se ha demostrado la relación que sostienen con las flores, ayudando con esto a una polinización de mayor cobertura, además de considerar al recurso néctar como una fuente adicional de energía en el recorrido de la migración de *L. curasoeae*.

Papel de algunas de las especies consumidoras de frutos de *Stenocereus queretaroensis*, en la dispersión de semillas.

Un factor muy importante a considerar es el número de semillas, ya que los individuos de la familia Cactaceae pueden producir una enorme cantidad, tal es el caso de *Pilosocereus chysachantus*, que llega a tener 1000 semillas por fruto; en contra parte con *Pereskia aculeata* que solo produce alrededor de 1 a 5 semillas por fruto; lo anterior demuestra que el número de semillas por fruto puede variar enormemente aún en la misma familia y aún en la misma especie, dependiendo esto de la edad de la planta (Rojas Arechiga. M. y Vázquez-Yañez 1999), el caso de la especie en cuestión no queda exenta de este fenómeno, ya que el numero de semillas promedio es de 800, llegando a variar hasta 1200 semillas por fruto.

Por otra parte, en este trabajo se realizaron pruebas de germinación de las semillas de *S. queretaroensis* con el fin de conocer cual es el camino mejor y más rápido por el cual, estas semillas comienzan su desarrollo a partir de la ingestión de los frutos de acuerdo con Simons y Jhonston (2000), en este sentido se han hecho trabajos enfocados a relacionar el tamaño, el número de semillas por fruto y el vigor de la semilla, con el tiempo de germinación y el número de plántulas logradas y el vigor de cada una de ellas. Otro trabajo similar, en el cual semillas de *Arisaema dracontium*, se sometieron a varios tratamientos de inmersión en soluciones ácidas, en agua destilada, y en fitohormonas reveló que en el tratamiento con ácido fue el cual se obtuvo un mayor porcentaje de germinación (Romero-Schmidth *et al.*, 1992); otro trabajo similar fue el realizado por Beligni y Lamantina, (2000), su estudio consistió básicamente en hacer pruebas de germinación con varias especies (*Lactuca sativa*, *Triticum aestivum*, *Arabilopsis thaliana*, y *Solanum tuberosum*), combinando diferentes condiciones, como fueron diferentes concentrados de oxido de nitrógeno a diferentes niveles de luz y temperatura.

Los resultados de las pruebas de germinación en el presente trabajo, revelan que existen dos respuestas posibles de las semillas a los tratamientos, por una parte, incrementar la germinabilidad (porcentaje final de germinación) y por otro, la tasa de germinación (velocidad), lo que concuerda con Traveset *et al.* (2001b). El paso por el tracto digestivo de conejo influye en los dos aspectos, sin embargo, el tiempo requerido es mayor en comparación con cacomixtle, el cual reduce el tiempo necesario, sin embargo se reduce el porcentaje de germinación. Esto puede explicarse debido a que el tratamiento que cacomixtle le da a las semillas es más agresivo, tanto a la hora de consumir el fruto (masticación) como en el estómago (ácidos gástricos más concentrados), lo cual provoca una mayor destrucción de semillas, lo que concuerda con lo señalado por Escobar-Santos

(1999), quien describió un efecto similar en la germinación de semillas de *Ferocactus histrix* después de pasar por el tracto digestivo de conejo, a pesar de que no reporta diferencia significativa en el porcentaje de germinación, si lo hace en el tiempo requerido para tal evento.

Además, Granados-Sánchez, en 1991, afirma que las semillas de frutos carnosos pasan por el tracto digestivo del consumidor sin daño alguno, esto a causa de tener una semilla dura o con un sabor desagradable; sin embargo este hecho no se observa con la especie en estudio ya que su fruto, el cual es carnoso posee una semilla fácil de masticar por los consumidores, dependiendo del tamaño y del tipo de consumidor.

Las observaciones que se hicieron a lo largo del experimento de germinación, concluyeron en que la velocidad y el porcentaje de semillas germinadas, aumentó en la medida en que fueron consumidas por conejos, cacomixtles y murciélagos, por lo que se deduce que el consumo de frutos por parte de estos animales es benéfica para el proceso de repoblamiento natural de *S. queretaroensis*. Sin embargo, a pesar de que la idea de que la colonización es la función principal de la dispersión, hay unos pocos trabajos que cuantifiquen las relaciones entre los mecanismos de dispersión y los eventos de colonización (Bullock y Primack, 1977).

Los resultados que se obtuvieron en el laboratorio sobre las pruebas de germinación, sugieren que todos los mamíferos silvestres considerados en este trabajo pueden catalogarse como dispersores-legítimos o eficientes, de acuerdo con Fleming y Sosa (1994) y Bustamente *et al.* (1992). Para el caso particular del conejo, se considera como un dispersor eficiente, ya que deposita las semillas en sitios seguros, con lo cual aumenta la probabilidad de sobrevivencia y germinación, y para los casos del cacomixtle y murciélagos, son considerados como dispersores legítimos, ya que, a pesar de que existen

semillas destruidas o alteradas no existen diferencias significativas con el control en los totales de porcentajes de germinación, por lo que se considera que no alteran la estructura de las semillas al pasar por su tracto digestivo. Sin embargo, Godinez-Alvares H. y Valiente-Banuet A. (1998), realizaron un trabajo similar con algunas especies de cactus, en el Valle de Tehuacán, Puebla y concluyen que el paso de estas semillas por el tracto digestivo, no afecta la germinación, y consideran que es mayor el efecto de la inmersión de las semillas en una solución ácida o bien por la ingestión por parte de aves o lagartijas, sin embargo en la especie en cuestión, se observó a un gran número de consumidores del grupo de aves y mamíferos (murciélagos).

Otro aspecto importante, es que el mayor tiempo de germinación para el caso de murciélago se debe, posiblemente, a que fue el único caso en que se usaron excretas frescas para la recolección de semillas.

Dos puntos de suma importancia para la germinación de semillas de muchos tipos de plantas, es el factor luz y temperatura, que en este trabajo no fueron controlados, ya que se mantuvo bajo condiciones de luz y temperatura propia de la época, es decir, no se sometieron a las semillas a condiciones especiales de temperatura y luz; sin embargo en algunas publicaciones, como en el caso de los trabajos de Yang *et. al* (1999) y por Godinez-Alvares, y Valiente-Vanuet (1998), quienes hacen mención de las especie *Arisaema dracontum* (Araceae) y de otras 7 especies de la familia cactáceae, en los que se demuestra que el efecto de la luz y la temperatura influye en la germinación y el establecimiento de plántulas.

CIUTSA

CONCLUSIONES

1.- Fueron 9 las especies de aves consumidoras de frutos de *Stenocereus queretaroensis*: *Amazilia beryllina*, *Cyananthus latirrostris*, *Amazilia viridifrons*, *Amazilia violiceps*, *Columbina talpacoti*, *Columbina inca*, *Icterus cucullatus*, *Cyanocorax samblesianus* y *Gallus gallus*.

2.- Fueron 9 las especies de mamíferos consumidores de frutos de *Stenocereus queretaroensis*: *Artibeus intermedius*, *Dermanura tolteca*, *Leptonictes curasoae*, *Leptonictes nivalis*, *Bos taurus*, *Bassariscus astutus*, *Spermophilus sp.*, *Nasua narica* y *Sylvilagus sp.*,

3.- El paso por el tracto digestivo tanto de aves como de mamíferos, incrementa la germinabilidad (porcentaje final de germinación) de las semillas de *Stenocereus queretaroensis* y la tasa de germinación (velocidad), lo que contribuye favorablemente al repoblamiento natural de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologists' Union 1983. Check-list of North American Birds. The species of birds of north America from the Arctic through Panamá, Including the West Indies and Hawaiian Islands. Sexta edición.
- Arita H. T. y Martínez del Río C. 1990. Interacciones flor-murciélago. Un enfoque zoocéntrico. Instituto de Biología de la UNAM. Publicaciones especiales. México.
- Beligni M. V. y Lamantina N. 2000. Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation, and inhibits hypocotyl elongation, three light-inducible response in plants. *Planta*. 210: 215-221
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. 2ª ed. Universidad Autónoma de México. México D. F.
- Brown J. H., G. A. Lieberman and W. F. Dengler, 1972. woodrats and cholla: dependence of a small mammals population on the density of cacti. *Ecology* 53 (2): 310 – 313.
- Breegman, R. 1988. Forma of Seed Dispersal in Cactáceas: *Acta Botánica Neerlandesa*, 37: 395- 402
- Brewer S. W. and Marcel R., 1999. Small rodents as significant dispersers of tree seeds in Neotropical forest. *Journal of Vegetation Science* 10: 165-174
- Bullock, S. H. and R. B. Primack. 1977. Comparative experimental study of seed dispersal on animals. *Ecology* 58: 681-686.
- Bustamante, R. O., J. A. Simonetti and J. E. Mella 1992. Are fox legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecologica* 13(2): 203-208.
- Cain M. L., Milligan B. R., y Strand A. E. 2000. Long – distance seed dispersal in plant population. *American Journal of Botany*. 87(9): 1217 – 1227.
- Ceballos G. Fleming T. H. Chavez C. and Nassar J. 1997. Population dynamic of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco México. *Journal of Mammalogy*. Vol. 78, No. 4
- Chambers, J. C. and J. A. McMahon. 1994. A day in the life of a seed. Movements and fates of seed and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 263-292
- Chew R. M. y W. G. Whitford, 1992. A long – term positive effect of kangaroo rats (*Dipodomys spectabilis*) on creosotebushes (*Larrea tridentata*). *Journal of Arid Environments* 22: 375 – 386.
- Conell, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animal and in rain forest tree. In *Dinamic of Pupulation*, ed. P. J. Den Boer, G. Gradwell, pp. 288 – 312 Wageningen: PUDOC

- Cupul Magaña, F. G. 1996. Incidencia de Avifauna en el Parque Urbano de los Mochis, Sinaloa, México. *Ciencia ergo sum*. Vol. 3. Num. 2 julio. pp. 193 – 200
- Dirzo, R. and C. Domínguez 1986. Seed shadows, seed predation and the advantage of dispersal pp 237-249. In: Estrada, A. and Fleming T. H. (eds.) *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Hunk Publishers. Dordrecht.
- Draper, N. R. and H Smith. 1966. *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons Inc. New York, USA. 407 pp.
- Escobar-Santos, V. E. y Huerta-Martínez F. M. 1999. Relaciones ecológicas de *Ferocactus histrix* (DC) Lindsay en Los Llanos de Ojuelos, Jalisco-Zacatecas. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 44(2):40-48.
- Escobar – Santos ,V. E. 1999. Relaciones ecológicas de *Ferocactus histrix* (DC) Lindsay en Los Llanos de Ojuelos, Jalisco-Zacatecas. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Guadalajara, Jalisco México.
- Fleming T.H. 1988. The short-tailed fruit Bat. A study in plant-animal interaction. The University of Chicago. Press. London and Chicago. 365 pp.
- Fleming T. H. 1993. Plant-visiting bats. *American Scientists*. September-October. Vol. 81: 460-467
- Fleming T.H. 1994. Cardon and the night visitors. *Nature History*. 10:59-64
- Fleming T.H. y V.J. Sosa. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy*. 75(4): 845-851
- Flores Villeda C. y Gerez P. 1988. *Conservación en México: Síntesis Sobre Vertebrados Terrestres, Vegetación y uso de Suelo*. Instituto Nacional de Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. México.
- Godínez-Alvarez H. y Valiente-Vanuet A. 1998. Germination and early seedling growth of Tehuacan Valley cacti species: the role of soils and seed ingestions by dispersers on seedling growth. *Journal of Arid Environments*. 39: 21-31
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones mexicanas). Tercera edición corregida y aumentada. 252 pp.
- González-Espinoza M. 1982. Seed predation by desert harvester ants and rodents in central México. Ph. D. Dissertation University of Pennsylvania. 180 p.
- González-Espinoza M. y Quintana-Ascencio P. F. 1984. Seed predation and dispersal in a dominant desert plant: *Opuntia*, Ants, Birds, and Mammals. 273-283 pp. in: Estrada, A y T.H. Fleming (eds.) *Frugivores and seed dispersal*. Pp 273 284. Junk, The Hague.

- Granados-Sánchez D. 1991 Ecología y Dispersión de las Plantas. Serie de apoyo Académico No. 45. Universidad Autónoma Chapingo. México. 114 p.
- Gillespie, R. G. & G. S. Oxford 1998. Selection on the color polymorphism in Hawaiian happy-face spiders: evidence from genetic structure and temporal fluctuations. *Evolution* 52: 775-783.
- Golding, B. 1992. The prospects for polymorphisms shared between species. *Heredity* 68: 263-276.
- Howe H.F. and Smallwood J. 1982. Ecology and seed dispersal. *Annual Review of Ecology, and Systematic*. 13: 201-208
- Howe H. F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. En: Murria D. R. (ed) seed Dispersal. Academic Press, London pp. 123 - 189
- Howe, H. F. and L. C. Westley. 1986. Ecology of pollination and seed dispersal. Pp 185-215. In: M. J. Crawley (ed.). *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edimburgh.
- Howe H. F. 1993. Specialized and generalized dispersal systems: Where does "the paradigm" stand? *Vegetatio*. 107/108: 3 - 13
- Huerta-Martínez. F. M. 1995. Aspectos Ecológicos del Pitayo y Cardón en la Cuenca de Sayula, Jalisco, México. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 77 pp.
- Huerta-Martínez. F. M., E. García-Moya, J. L. Flores-Flores y E. Pimienta-Barrios. 1999. Ordenación de las poblaciones silvestres de pitayo y cardón en la Cuenca de Sayula, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 64:11-24.
- Huerta Martínez, F. M. y A. Muñoz-Urías 1999. Ecología de las poblaciones silvestres de pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) en la Cuenca de Sayula, Jalisco. En: Pimienta-Barrios E., Muñoz-Urías A., Arriaga Ruiz M. C. y Huerta Martínez, F. M. (eds.). *Memorias del Primer simposio internacional sobre el cultivo y aprovechamiento de la pitaya (Stenocereus spp.) y pitahaya (Selenicereus spp.)*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- INEGI. 1996. Anuario estadístico del estado de Jalisco, México.
- Iñiguez-Dávalos, L. I. 1987. Quirópteros de la Sierra de Manantlán, determinación de especies y su distribución altitudinal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Universidad de Guadalajara. 92 pp.
- Jandel Scientific, 1990. TBL Curve User Manual. Jandel Scientific Inc.
- Janzen D.H. 1986. Mice, big mammals, and seeds; it matters who defecates what were. In Estrada, a. and Fleming, T.H. (eds), *Frugivores and seed dispersal*, pp 251-271. Dr W. Junk Publish., Dordrecht.

- Janzen D.H.1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *Am. Nat.* 104:501-528
- Jiménez L. G. M., Pimienta Barrios E., Muñoz Urias A., 1995. Estudio anatómico del tallo del pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum). *Cactáceas y Suculentas de México.* 40: 51-58
- Jones, J. S., B. H. Leith & P. Rawlings 1977. Polymorphism in *Capaea*: a problem with too many solutions? *Annual Review of Ecology and Systematics* 8: 109-143.
- Mandujano, M. C., C. Montaña and L. E. Eguiarte 1996. Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrera* (cactácea) in the Chihuahua Desert: Why are sexually derived recruitment so rare?. *Am. J. Bot.* 83 (1): 67-70.
- Mandujano, M. C., J. Golubov and C. Montaña. 1997. Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* seeds in the Southern Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* 36: 259-266.
- Montiel, S. and C. Montaña. 2000. Vertebrate frugivory and seed dispersal of a Chihuahuan Desert Cactus. *Plant Ecology* 146: 221-229.
- Morton E. S. 1973. On the evolutionary advantages and disadvantages of fruit eating in tropical birds. *The American Naturalist.* Vol. 107 (953): 8-20
- Muñoz-Urias, A. y F. M. Huerta-Martínez 1999. Efecto de la luz en la germinación de semillas de *Stenocereus queretaroensis*. En: Pimienta-Barrios E., Muñoz-Urias A., Arriaga Ruiz M. C. y Huerta Martínez, F. M. (eds.). *Memorias del Primer simposio internacional sobre el cultivo y aprovechamiento de la pitaya (Stenocereus spp.) y pitahaya (Selenicereus spp.)*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Nathaniel T.W. 1988. Fruit-eating birds and birds-dispersal plants in the tropics and temperate zone. *Trends in Ecology and Systematics* Vol. 3 (10): 270-274
- Nobel, P. S. 1994. *Remarkable Agaves and Cacti*. Oxford University Press. New York. 166 p.
- Nobel, P. S. 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge University Press. New York. 270 p.
- Odum, E. 1972. *Ecología*. 3ª ed. Interamericana. México D.F.
- Peterson R. T. y Chalif E. L. 1998. *Aves de México. Guía de campo*. Edición del Word Wildlife Found WWF. Editorial Diana, tercera impresión.
- Pimienta-Barrios, E. y M. Tomas-Vega. 1993. Caracterización de la variación en peso y la composición química del fruto en variedades de pitayo (*Stenocereus queretaroensis*). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas.* 38:82-88.

- Pimienta-Barrios E. y P. Nobel, 1994. Pitaya (*Stenocereus spp.* Cactáceae): An ancient and modern fruit crop of México. *Economic Botany* 48: 76 – 83
- Poulin B. Lefebvre G. And Mc Neil R. 1992. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology*. 73 (6): 2295-2309
- Pratt T.K. and Stiles E. W. 1993. How long fruit-eating birds stay in the plants where they feed: implications for seed dispersal. *Amer. Nat.* , 122: 797 - 805
- Ralph C., J. Geoffrey, R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, DeSante, B. Millá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station. Forest Service. USA. Department of Agriculture. Albany California. 44pp.
- Riegers J.F. and Jakob E. M. 1988. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. *Biotrópica*. 20(2): 161-164
- Romero Schmidh H.L., Vega-Villansante F, y Nolasco H. 1992. The effect of darkness, freezing, acidity and salinity on seed germination of *Ferocactus peninsularis* (Cactáceae)
- Rojas Arechiga M. y Vázquez Yañez C. 1999. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*. 44: 85-104 [on line] URL: <http://www.idealibrary.on>
- Ruiz A., Santos M. Soriano P.J., Cavelier J., and Cadena A. 1997. Relaciones mutualísticas entre el murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en la zona árida de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*. 29(4): 469-479
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Scott A. C. y Taylor T. N. 1983. Plant / Animal interaction during the Upper Carboniferous. *The Botanical Review* 43 (3): 259 – 307
- Shupp, E. W. 1993. Seed-seeding conflicts, habitat choice and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany* 82 (3): 399-409
- Silvius K. M., 1995. Avian consumer of cardon fruits (*Stenocereus griseus*: Cactáceae) on Margaritan Island, Venezuela. *Biotropica* 27(1): 96-105
- Simons A.M. y Jhonston M. O. 2000. Variation in seed traits of *Lobellia inflata* (Campanulaceae): source and fitness consequence. *American Journal of Botany*. 87(1): 124-132
- Sutherland G. D. , A. S. Arrestad, K. Price y K. P. Lertzman, 2000. Scaling of natal Dispersal Distances in Terrestrial Birds and mammals. *Conservation Ecology* 4(1):16 [on line] URL: <http://www.consecol.org/vol4/iss1/art16>

- Traveset, A., N. Riera and R. E. Mas. 2001a. Ecology of fruit colour polymorphism in *Myrtus communis* and differential effects of birds and mammals on seed germination and seedling growth. *Journal of Ecology* 89: 749-760.
- Traveset, A., N. Riera and R. E. Mas. 2001b. Pasaje through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. *Functional Ecology* 15: 669-675.
- Traveset, A. N. and M. F. Willson 1998. Ecology of the fruit-colour polymorphism in *Rubus spectabilis*. *Evolutionary Ecology* 12: 331-345.
- Wheelwright N. T. 1988a. Fruit-eating birds and birds-dispersal plants in the tropics and temperate zone. *Trends in Ecology and Evolution*. 3: 270-274
- Willson, M. F. and T. A. Comet 1993. Fruit choices by northwestern crows: experiments with captive, free-ranging and hand raised birds. *The Condor* 95: 596-615.
- Willson, M. F. and D. J. O'Dowd 1989. Fruit color polymorphism in a bird-dispersed shrub. (*Rhagodia parabolica*) in Australia. *Evolutionary Ecology* 3: 40-50.
- Willson, M. F. and C. J. Whelan 1990. The evolution of fruit color in fleshy fruited plants. *American Naturalist* 136: 790-809.
- Uribe-Ramírez, M. J. 1997. Algunos aspectos de la autoecología del pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Web) Buxbaum) en la Cuenca de Sayula Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco. 69 pp.
- Valencia-Díaz, S. 1995. Estudio Cuantitativo de la Vegetación Perenne Asociada al Pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Web). Buxbaum) en la Cuenca de Sayula, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco. 72 pp.
- Vázquez-García, J. A., Cuevas, G. R., Cochrane, T. S., Iltis, H. H., Santana, M. F. J. y Guzmán, H. L. 1995 Flora de Manantlán. Universidad de Guadalajara-IMECIBIO/University of Wisconsin-Madison. 312 p.
- Vázquez-Yañez, Orozco A. Francois Genevieve and Trejo L. 1975. Observation on seed dispersal by bats in a tropical humid region in Veracruz, México. *Biotrópica*. 7(2): 73-76.
- Valiente Banuet, A. y Arizmendi, M del C., 1997. Interacción entre Cactáceas y animales: polinización, dispersión e semillas. y nuevos individuos. In: Valle Septien, C. (Ed.), Cactáceas y Suculentas de México. pp. 61 – 67 México D.F.
- Yang J., Lovett-Doust J. and Lovett-Doust L. 1999. Seed germination patterns in green dragon (*Arisaema draconium*, ARACEAE). *American Journal of Botany*. 86 (8): 1160-1167.