

1993-B

CODIGO: 085240641

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AMBIENTALES



CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

"(SELECCION DE FRUTOS POR LOS MURCIELAGOS DEL BOSQUE  
MESOFILO DE MONTAÑA EN LA ESTACION CIENTIFICA  
LAS JOYAS".

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

DAVID IGNACIO HERNANDEZ CONRIQUE

GUADALAJARA, JAL.

JUNIO DE 1996

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

C. DAVID IGNACIO HERNANDEZ CONRIQUE  
P R E S E N T E.

0439/96

Manifetamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "SELECCION DE FRUTOS POR LOS MURCIELAGOS DEL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA EN LA ESTACION CIENTIFICA LAS JOYAS" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha tesis al M.C. LUIS IGNACIO IÑIGUEZ DAVALOS

**A T E N T A M E N T E**  
**" PIENSA Y TRABAJA "**  
Las Agujas, Zapopan, Jal., Mayo 16 de 1996  
**EL DIRECTOR**

  
M.C. ALFONSO E. ISLAS RODRIGUEZ

EL SECRETARIO

  
OCEAN. SALVADOR VELAZQUEZ MAGAÑA

c.c.p. M.C. LUIS IGNACIO IÑIGUEZ DAVALOS-Director de Tesis.- pte.  
c.c.p El expediente del alumno.

AEIR/SVM/achm



U.C.B.  
DIV. DE CS.  
BIOLÓGICAS Y  
AMBIENTALES

Dr. Alfonso Islas Rodríguez  
Director de la División de  
Ciencias Biológicas y Ambientales  
de la Universidad de Guadalajara  
P R E S E N T E.

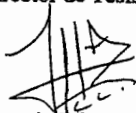
Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el pasante: David Ignacio Hernández Conrique. Con el título: Selección de frutos de los murciélagos frugívoros en la Estación Científica Las Joyas consideramos que ha quedado debidamente concluido, 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 profesionales respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., Mayo de 1996.

El Director de Tesis



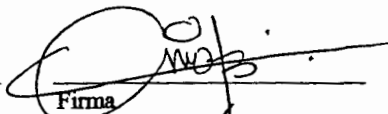
M.C. Luis Ignacio Vázquez Dávalos

Nombre y firma

SINODALES:

Biol. Guillermo Barba Calvillo

1. Nombre completo



Firma

M.C. Sergio Guerrero Vázquez

2. Nombre completo



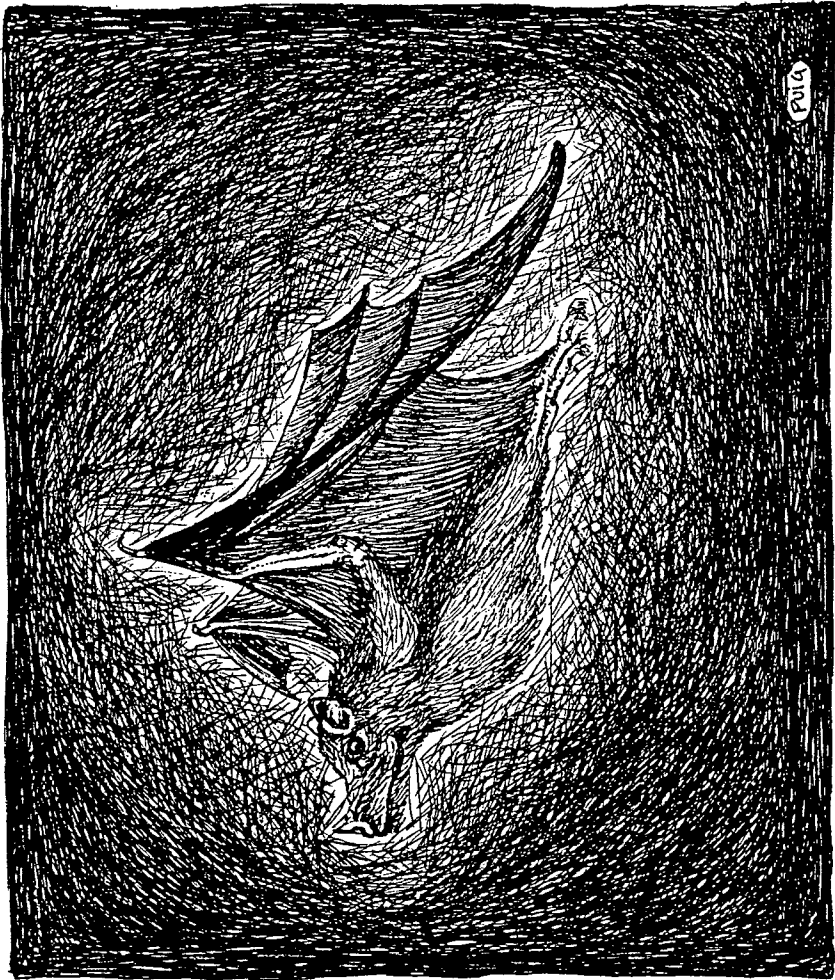
Firma

M.C. Victoria Carrillo Camacho

3. Nombre completo



Firma



1916

DAVID: ESPERO  
QUE TE SEA  
ÚTIL.

MAN.

LOS JUANOS FERRERO 1916

**Esta tesis esta dedicada a los que son mi sangre:**

**María Helena y José Luis mis padres que me enseñaron a respetar a todo ser vivo y a trabajar con todas mis energías.**

**Martín Enrique, José Luis, Heriberto y Cecilia mis hermanos con quienes he compartido tantas cosas y me han apoyado en mi carrera.**

**Socorro mi cuñada, Martín y Viridiana mis sobrinos.**

**A todos ustedes con mucho cariño y respeto.**

## AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al M. C. Luis Ignacio Iñiguez Dávalos, por su asesoría para la realización de este trabajo, al amigo Nacho le agradezco su enseñanzas sobre el interesante mundo de la computación y la mastozoología, su amistad, apoyo y consejos.

Agradezco al M. C. Enrique Jardel Pelaez ex director y a la M.C. Ma. del Rosario Pineda López actual director del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, por su apoyo en las diferentes etapas de este trabajo.

Agradezco a los sinodales de la División de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Guadalajara: Biol. Guillermo Barba Calvillo, M.C. Sergio Guerrero Vázquez, M.C. Victoria Carrillo Camacho por sus correcciones y aportaciones al proyecto.

Agradezco a todos los profesores de lo que fue la salida terminal de la Facultad de Biología: Arturo Solís, Ignacio Iñiguez, Francisco Santana, Gustavo Moya, Bruce Benz, Enrique Jardel, Manuel Pio, Manuel Martínez, Lazaro Sánchez entre otros inquisidores.

Agradezco a los compañeros de la salida terminal Martín, Pancho, Irma y Magda ya que solo juntos pudimos superar esa etapa. Gracias por su paciencia, apoyo y lecciones.

Agradezco a el buen amigo Jorge Schöndube Friedewold por compartir ideas, comentarios y café durante la fase de campo del trabajo.

Agradezco a Claudica Ortiz la revisión que le hizo al documento final, gracias por tu amistad, y a Gaby Zavala por su amistad y consejos en los momentos difíciles.

Agradezco al todo el personal de la Estación Científica las Joyas Víctor Sánchez, Ruben Ramírez, Francisco Hernández a Palillo, Ferruco, Paulino y a las cocineras Ludivina y Meche por sus platillos tan sabrosos a quienes les consta que hice lo posible por desquitar mis cinco pesos.

Agradezco a todas las personas que se desvelaron por mi culpa: Lilia, la mas dedicada de los chalanes, Auxilio, Esmeralda, Luis del Aye, Paloma, Martha, Atala, Elizabeth, Fernanda, Nepote, Churros, Cecilia, Hugo, Pedro y tantos otros. Gracias a todos ustedes.

Agradezco a Maricela, Rocío, , Sandra, Tania y a Karla por su apoyo y cariño.

Agradezco Elizabeth, Chela, Edith, Angela, Lety Espinoza, Lety Becerra, Lupita, Chava, Maguito, Oscar, Sarahy, Carlos, Sandra, Sergio, Tanja, Peter, Judith, Chuy, Rogelia, Genoveva, Legazpi, Raquel, Ramon, Nora, Charo, Minerva, Vicky; a todos los compañeros del IMECBIO, por su amistad y comprar mis camisetas.

Agradezco a Ivan su dibujo de el murciélago que aparece en este librito.

Agradezco a todas las personas que hicieron posible este trabajo, muchisimas gracias.

## INDICE.

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice.....	iii
Relación de Figuras.....	iv
Relación de Cuadros.....	v

RESUMEN.....	1
--------------	---

INTRODUCCION.....	3
-------------------	---

### ANTECEDENTES

- Importancia de la frugivoría.....	5
- Frugivoría realizada por murciélagos.....	6
- Factores que afectan la selección de frutos.....	7
- Dieta de los murciélagos frugívoros.....	8
- Selección de frutos realizada por los murciélagos.....	9
- Atributos físicos de los frutos.....	11
- Efecto de las condiciones ambientales sobre la actividad de los murciélagos.....	11
- Mecanismo de forrajeo.....	12
- Murciélagos frugívoros y frutos consumidos por ellos en la Estación Científica Las Joyas.....	14
- El bosque mesófilo y su importancia.....	17

### AREA DE ESTUDIO

-Fisiografía.....	18
- Suelos.....	20
- Clima.....	20
- Vegetación.....	20
- Fauna.....	22



HIPOTESIS.....	23
OBJETIVO GENERAL.....	23
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	23
METODO	
- Captura y registro de murciélagos.....	24
- Recolección de frutos.....	25
- Manejo y cuidados de murciélagos en cautiverio.....	25
- Descripción de los experimentos.....	26
- Tipos de experimentos realizados.....	30
*Pruebas de preferencia entre frutos maduros contra inmaduros.....	30
*Pruebas de preferencia entre diferentes especies de frutos.....	30
*Pruebas de preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> , hacia agregación, tamaño y posición de los frutos de <u>Solanum nigricans</u> utilizando la rejilla.....	31
*Pruebas de preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> , hacia el olor de los frutos de <u>Solanum nigricans</u> sin la rejilla.....	32
- Visitas realizadas a los diferentes niveles de la rejilla.....	34
- Análisis estadístico.....	34
RESULTADOS	
- Número de murciélagos capturados y experimentos realizados.....	35
- Efecto de las condiciones ambientales sobre el consumo de frutos.....	38
*Condiciones de iluminación y temperatura ambiental, y hora a la que se realizaron los experimentos con <u>Sturnira ludovici</u> .....	38
*Condiciones de iluminación y temperatura ambiental, y hora a la que se realizaron los experimentos con <u>Sturnira liliium</u> .....	38
*Condiciones de iluminación y temperatura ambiental, hora a la que se realizaron los experimentos con <u>Dermanura tolteca</u> .....	38

- Condiciones bióticas (peso de los murciélagos).....	43
- Preferencia frutos maduros / frutos inmaduros.....	45
- Preferencia entre las diferentes especies de frutos ofrecidos.....	48
*Preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> .....	49
*Preferencia de <u>Dermanura tolteca</u> .....	52
- Consumo de frutos en gramos.....	52
*Consumo en gramos para las pruebas de madurez de los frutos.....	54
*Consumo en gramos para las pruebas de selección de especies.....	54
- Visitas a los diferentes niveles de la rejilla.....	56
*Visitas a los niveles de la rejilla en los experimentos con frutos maduros/frutos inmaduros.....	56
*Visitas a los niveles en las pruebas de selección entre especies de frutos.....	57
- Preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> hacia algunos de los atributos físicos de <u>Solanum nigricans</u> .....	59
- Observaciones de conducta dentro de la jaula de vuelo.....	62
 DISCUSION.....	 65
 CONCLUSIONES.....	 72
 BIBLIOGRAFIA.....	 73
 APENDICE # 1.....	 81

## FIGURAS.

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	19
Figura 2. Jaula de vuelo utilizada en los experimentos de selección de frutos (vista superior).....	27
Figura 3. Esquema de la rejilla utilizada en los experimentos de selección de frutos.....	28
Figura 4. Jaula de vuelo utilizada en los experimentos de preferencia hacia señuelos con olor vs. señuelos sin olor (vista superior).....	33
Figura 5. Experimentos realizados por especie de murciélago.....	36
Figura 6. Condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos con <u>Sturnira ludovici</u> .....	40
Figura 7. Condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos con <u>Sturnira lilium</u> .....	41
Figura 8. Condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos con <u>Dermanura tolteca</u> .....	42
Figura 9. Frecuencia de experimentos realizados con las tres especies de murciélagos, por categoría de peso.....	44
Figura 10. Frutos visitados en cada categoría de madurez por <u>Sturnira ludovici</u> .....	46
Figura 11. Frutos visitados en cada categoría de madurez por <u>Sturnira lilium</u> y <u>Dermanura tolteca</u> .....	47
Figura 12. Frutos visitados en las pruebas de selección de especies por <u>Sturnira ludovici</u> .....	50
Figura 12 (Continuación).Frutos visitados en las pruebas de selección de especies por <u>Sturnira ludovici</u> .....	51
Figura 13. Frutos visitados en las pruebas de selección de especies por <u>Dermanura tolteca</u> .....	53
Figura 14. Frecuencia de visitas a los diferentes niveles de la rejilla, realizadas por <u>Sturnira ludovici</u> , en las pruebas de madurez.....	58

Figura 15. Frecuencia de visitas a los diferentes niveles de la rejilla, realizadas por <u>Sturnira ludovici</u> , en las pruebas de selección entre especies.....	60
Figura 16. Frecuencia de visitas a los diferentes niveles de la rejilla, realizadas por <u>Dermanura tolteca</u> , en las pruebas de selección entre especies.....	61
Figura 17. Visitas de <u>Sturnira ludovici</u> , a frutos y señuelos en pruebas de selección de olor, agregación, posición y tamaño de <u>Solanum nigricans</u> .....	63

## CUADROS.

Cuadro 1. Características de los cinco frutos que se utilizaron en este trabajo. Datos tomados de Schöndube (1994).....	16
Cuadro 2. Número de experimentos realizados en cada combinación con <u>Sturnira ludovici</u> , <u>Sturnira lilium</u> y <u>Dermanura tolteca</u> .....	37
Cuadro 3. Efecto de las condiciones de temperatura, iluminación y hora de la noche sobre el número de frutos visitados en todas las pruebas realizadas con <u>Sturnira ludovici</u> .....	39
Cuadro 4. Preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> , <u>S. lilium</u> y <u>Dermanura tolteca</u> por frutos maduros e inmaduros de varias especies ofrecidas.....	48
Cuadro 5. Preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> por las diferentes especies ofrecidas.....	49
Cuadro 6. Preferencia de <u>Dermanura tolteca</u> por las diferentes especies ofrecidas.....	52
Cuadro 7. Consumo de frutos en gramos por <u>Sturnira ludovici</u> y <u>Dermanura tolteca</u> en pruebas de madurez.....	54
Cuadro 8. Consumo de frutos en gramos realizado en las pruebas de selección entre especies de frutos por <u>Sturnira ludovici</u> y <u>Dermanura tolteca</u> .....	55
Cuadro 9. Promedio de visitas realizadas por los murciélagos entre los niveles y en total a todos los niveles juntos, en las pruebas de madurez de los frutos.....	56
Cuadro 10. Promedio de visitas realizadas por los murciélagos entre los niveles y en total a todos los niveles juntos, en las pruebas entre especies de frutos.....	59
Cuadro 11. Preferencia de <u>Sturnira ludovici</u> por los atributos físicos de los frutos de <u>Solanum nigricans</u> .....	62

## RESUMEN:

La frugivoría es una relación ecológica de tipo mutualista, parte importante de las interacciones que se desarrollan en zonas tropicales de todo el mundo. Los murciélagos por sus hábitos y patrones de conducta, son considerados buenos dispersores de semillas. Sin embargo, sobre la selección de frutos y los factores que afectan la conducta de forrajeo que ellos llevan a cabo son pocos los trabajos realizados, se ha observado que no consumen los frutos de manera aleatoria. La selección que realizan puede estar determinada por factores intrínsecos y extrínsecos que afectan su conducta. Es importante conocer las interacciones que desarrollan los murciélagos con las especies de plantas que se encuentran en el bosque mesófilo de montaña, ya que este es un tipo de vegetación en peligro de desaparecer en nuestro país. El objetivo de este trabajo fue aportar información acerca de las interacciones que mantienen los murciélagos frugívoros con los frutos existentes en el bosque mesófilo de montaña de la Estación Científica Las Joyas (ECLJ). Realizando experimentos dentro de una jaula de vuelo, se analizaron algunos factores intrínsecos y extrínsecos que podrían afectar su conducta de forrajeo. Esta investigación se llevó a cabo de mayo a octubre de 1993, durante la época de mayor abundancia de los murciélagos *Sturnira ludovici*, *Sturnira lilium*, *Dermanura tolteca* y de los frutos de *Solanum nigricans*, *S. aphyodendron*, *S. appendiculatum*, *Conostegia volcanalis* y *Dendropanax arboreus*. No encontramos relaciones significativas entre el peso de los murciélagos, la hora del experimento, temperatura e iluminación ambiental con el número de frutos consumidos por los murciélagos. Se observó que los murciélagos prefieren consumir frutos maduros de *S. nigricans*, *S. aphyodendron* y *C. volcanalis*; con *Sturnira ludovici* el orden de preferencia es el siguiente: *S. nigricans*, *S. aphyodendron*, *C. volcanalis*, el consumo de frutos de *S. appendiculatum* y *Dendropanax arboreus* es muy bajo. *Dermanura tolteca* prefiere consumir frutos de *Conostegia volcanalis*.

De las cuatro características de Solanum nigricans ofrecidas a Stumira ludovici, se observó que el olor de los frutos es parte importante en la conducta de forrajeo de los murciélagos y para localizar los frutos.

## INTRODUCCION:

La frugivoría es una relación ecológica de tipo mutualista, parte importante de las interacciones que se desarrollan en zonas tropicales de todo el mundo (Vázquez-Yanes *et al.*, 1975; Charles-Dominique, 1986; Fleming, 1988; Kricher, 1990). En la frugivoría realizada por murciélagos, las plantas se han relacionado con grupos de visitantes facultativos que cambian a través del tiempo y el espacio; esta relación ha dado origen a un proceso de coevolución difusa ( *sensu* Fleming, 1988), donde los organismos involucrados han sufrido un proceso de especialización mutua y en algunos casos ambos grupos alteran su dinámica poblacional. Los murciélagos presentan especializaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales para localizar el alimento, consumirlo y digerirlo; por su parte, las plantas presentan diferencias de tipo fenológico, morfológico y fisiológico para atraer y satisfacer a los agentes que dispersan sus semillas (Fleming, 1988).

Los murciélagos frugívoros, por sus hábitos y patrones de conducta, son considerados buenos dispersores de semillas de gran número de especies vegetales (Fleming *et al.*, 1977; Morrison, 1980; Dinerstein, 1986). Aunque se conocen los hábitos alimentarios de algunos murciélagos en bosques tropicales (Gardner, 1977), en bosques subtropicales de montaña son pocos los trabajos realizados sobre ecología y hábitos alimentarios de estos mamíferos (Dinerstein, 1986).

Sobre la selección de frutos y los factores que afectan la conducta de forrajeo que realizan los murciélagos, también son pocos los trabajos realizados. Algunos han estudiado el efecto de la madurez de los frutos sobre la selección (Fleming, 1988), la importancia del olor de los frutos (Rieger y Jakob, 1988; Wolf, 1981 citado por



Fleming, 1988), y realizando pruebas dentro de jaulas de vuelo, observando preferencias y conducta (Bonaccorso y Gush, 1987).

Los murciélagos no consumen los frutos de manera aleatoria, se ha observado que la selección que ellos realizan está determinada por factores intrínsecos y extrínsecos que afectan su conducta. Es importante señalar que estos factores no son mutuamente excluyentes (Fleming, 1988; Thomas, 1988). Prefieren consumir frutos maduros, inconspicuos, expuestos en el follaje y con olor fuerte, atributos que facilitan su localización y consumo; estas características se han agrupado identificando el síndrome de quiropterocoria (Van der Pijl, 1972; Fleming, 1988).

Con este trabajo se busca aportar información acerca de las interacciones que mantienen los murciélagos frugívoros con los frutos que consumen del bosque mesófilo de montaña de la Estación Científica Las Joyas.

## ANTECEDENTES:

### Importancia de la frugivoría.

La frugivoría es una interacción de tipo mutualista en la que se benefician todos los participantes de la relación. Los animales obtienen alimento necesario para satisfacer sus requerimientos de energía diarios y las plantas un medio de propagación de sus semillas que les permite escapar de enemigos y competidores, colonizando nuevos sitios (Pianka, 1978; Howe, 1986; Kricher, 1990). Sin embargo, también puede ser vista como un "conflicto de intereses" debido a que mientras la planta requiere de un vector con alta movilidad para que sus semillas sean transportadas a sitios seguros donde puedan germinar y establecerse; a su vez los animales tienden a moverse lo menos posible, disminuyendo así su gasto de energía y el riesgo de ser depredados (Fleming, 1988).

Este tipo de relación es importante en zonas tropicales donde la vegetación se encuentra formando un mosaico de distintos estados sucesionales (Vázquez-Yanes *et al.*, 1975; Orozco-Segovia *et al.*, 1985). Los murciélagos son importantes dispersores de semillas de vegetación secundaria en la Guayana Francesa y en otras áreas de regeneración temprana donde un 3% de las plantas presentan síndrome de dispersión por vertebrados voladores (Charles-Dominique, 1986). Estudios realizados en Costa Rica han demostrado que existe una relación muy estrecha entre los murciélagos y las especies vegetales que se encuentran en los diferentes tipos de vegetación del área (Heithaus *et al.*, 1975; Bonaccorso y Gush, 1987; Fleming, 1988, 1992). En el viejo mundo, los murciélagos de la familia Pteropodidae son importantes frugívoros que interactúan por lo menos con 289 especies de plantas que dependen de estos

murciélagos para su propagación; estas especies de plantas producen 448 productos de importancia económica (Fujita y Tuttle, 1991).

### **Frugivoria realizada por murciélagos.**

Los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos de mayor importancia en número de especies e individuos, aumentando su diversidad hacia el trópico (Iñiguez-Dávalos y Santana, 1993). Los murciélagos de la familia Phyllostomidae, con cerca de 140 especies todas de distribución neotropical, es la que presenta la mayor diversidad de gremios tróficos, ya que se alimentan de insectos, néctar, frutos, peces y sangre de aves y mamíferos (Gardner, 1977).

Los murciélagos que interactúan con las plantas son considerados polinizadores y dispersores legítimos, eficientes y efectivos de gran número de especies vegetales (Fleming y Sosa, 1994). Los murciélagos frugívoros son buenos dispersores, ya que consumen gran cantidad de frutos por noche y transportan las semillas grandes distancias, los consumen en sitios diferentes del árbol donde se originaron y cuando defecan en vuelo favorecen la propagación de las semillas por los sitios por donde pasan en sus recorridos del sitio de forrajeo al refugio diurno (McGregor, 1962; Gardner, 1977; Humprey y Bonaccorso, 1979; Fleming, 1988). Se conoce relativamente bien la dieta de varios murciélagos de bosques tropicales como Carollia perspicillata y Artibeus jamaicensis (Vazquez-Yanes et al., 1975; Gardner, 1977; Bonaccorso y Humprey, 1984; Thomas, 1988).

## Factores que afectan la selección de frutos.

Los murciélagos no consumen los frutos de manera aleatoria, su selección esta determinada por factores intrínsecos y extrínsecos que afectan su conducta. Los factores extrínsecos más importantes son: la abundancia, diversidad y disponibilidad de los frutos en el tiempo y el espacio, los costos de búsqueda, asimilación de nutrientes, riesgo de depredación, madurez, tamaño, agregación, composición, olor; también son importantes las condiciones ambientales de temperatura, iluminación y hora de la noche; entre los factores intrínsecos destacan el sexo, tamaño, estado reproductivo, edad y estatus social (Fleming, 1988; Thomas, 1988). La relación entre los murciélagos y las plantas consumidas es tal que los picos de fructificación de los frutos que consumen muestra correspondencia con los períodos reproductivos de los murciélagos, fase donde las hembras requieren un aporte mucho mayor de grasas y proteínas que los machos adultos, especialmente en la última etapa del desarrollo del embrión y la lactancia (Kunz, 1982; Dinerstein, 1986).

La abundancia y distribución de los frutos en el tiempo y el espacio son factores que determinan la selección que realizan los murciélagos. En experimentos de selección de frutos se ha observado que los murciélagos pequeños como Carollia perspicillata prefiere consumir frutos escasos y dispersos en el espacio como los de las solanáceas y piperáceas; en cambio, murciélagos grandes como Artibeus jamaicensis prefieren consumir frutos agregados y abundantes como los de Ficus sp., lo que provoca diferencias en su conducta de forrajeo (Vázquez-Yanes et al., 1975; Fleming et al., 1977; Goodwin, 1979; Morrison, 1980; Orozco-Segovia et al., 1985; Puig y Bracho, 1985; Fleming, 1986; Fleming, 1991).

## Dieta de los murciélagos frugívoros.

La dieta de los murciélagos puede ser modificada debido al cambio de la vegetación en los sitios de alimentación; se han registrado cambios en la dieta de una colonia de Artibeus jamaicensis, al modificarse las condiciones de la vegetación circundante a la cueva donde habitan. En un trabajo realizado por Vázquez-Yanes et al. (1975), los murciélagos consumían principalmente frutos de especies características de selva alta perennifolia y algunas de vegetación secundaria; años después y en el mismo sitio, con un mayor grado de perturbación y pérdida de la cobertura vegetal; se utilizó la misma metodología que en el primer trabajo Orozco-Segovia et al. (1985), observaron un cambio en la dieta de estos animales, ya que consumían mas frutos de especies de vegetación secundaria y de algunos árboles aislados de la selva alta que quedaron en el área de estudio.

Algunas de las técnicas utilizadas para conocer sobre la dieta de los murciélagos frugívoros son:

- 1.- Marcar frutos y registrar cuando son removidos de las plantas en el campo; esta técnica nos permite conocer las especies de frutos que son consumidos por frugívoros diurnos o nocturnos, pero es difícil determinar las especies de animales que los consumen (Fleming, 1988).
- 2.- Identificar las semillas encontradas en las excretas y el contenido estomacal de los murciélagos. Esto nos permite conocer las especies de frutos que son consumidos por cada especie de murciélago, pero no se tiene información sobre su conducta de forrajeo (Charles-Dominique, 1986; Fleming, 1988; Thomas, 1988).

3.- Realizar pruebas de alimentación en condiciones experimentales tipo cafetería. Estas son pruebas dicotómicas de preferencia dentro de jaulas de vuelo, donde se conoce las especie de murciélago y de los frutos ofrecidos. La selección dentro de la jaula de vuelo depende de las capacidades sensoriales y conductuales de los murciélagos, limitadas en gran medida por las condiciones ambientales, que pueden funcionar como factores que disminuyen la actividad de los murciélagos. Con el uso de esta técnica podemos conocer de manera experimental la preferencia de frutos que presentan los murciélagos y los factores que afectan esta conducta. El problema de este método es la posibilidad de que el cautiverio afecte la conducta del animal de alguna manera, aunque hay evidencias que indican que esto no sucede (Bonaccorso y Gush, 1987; Lockwood et al., 1977 y Staschko, 1982 citados por Fleming, 1988).

#### **Selección de frutos realizada por los murciélagos.**

La mayoría de los murciélagos son generalistas en su tipo de alimentación. Carollia perspicillata consume 50 especies de frutos de 24 familias de las selvas tropicales; 44% de las especies son especies arbóreas, el resto son árboles bajos y arbustos, destacando las solanáceas y piperáceas por su abundancia. Esta especie prefiere consumir frutos con bajo contenido de fibra y alto de proteína. Sin embargo, es selectiva en la búsqueda de su alimento; su selectividad es inversa a la densidad de frutos maduros por noche y directamente relacionada con la duración de la fructificación. Presenta tres técnicas para cosechar dependiendo de la morfología y presentación de los frutos, esto es los frutos pequeños son transportados y los grandes consumidos en su lugar (Fleming, 1988):

1.- Con los frutos de Piper amalago, Muntingia calabura y Ficus ovalis, los murciélagos se cuelgan encima del fruto, lo arrancan y se descuelgan de la rama.

2.- Con los frutos de Solanum hazenii, Chlorophora tinctoria, Ficus hondurensis y Cecropia peltata, perchán brevemente en la rama y arrancan el fruto de completo Solanum y Ficus o parte de él con los de Chlorophora y Cecropia.

3.- Con los de Chlorophora tinctoria, se cuelgan cerca del fruto y lo consumen ahí mismo.

En pruebas tipo cafetería realizadas dentro de jaulas de vuelo, con murciélagos de selvas tropicales, se observó una preferencia por frutos que son escasos en el medio y la selectividad se correlacionó negativamente con la abundancia de frutos. No existen diferencias significativas en la dieta de machos y hembras (Bonaccorso y Gush, 1987; Fleming, 1988).

Fleming (1988) sugiere que ~~la selección de frutos y la conducta de forrajeo está determinada principalmente por dos factores intrínsecos: Condición reproductiva y estatus social, y cuatro extrínsecos: distribución espacial y temporal de los frutos, iluminación ambiental relacionada con el riesgo de depredación y contenido nutricional de las diferentes especies de frutos.~~

Los murciélagos frugívoros presentan dos patrones generales de forrajeo: en el primero los murciélagos prefieren consumir frutos dispersos en el tiempo y el espacio, pero de gran valor nutricional como Piper spp. y Solanum spp.; en cambio otros murciélagos prefieren consumir frutos agregados, pero pobres en nutrimentos como Ficus spp. de los cuales tiene que consumir grandes cantidades para satisfacer sus requerimientos metabólicos (Gardner, 1977; Dinerstein, 1986).

## Atributos físicos de los frutos.

La mayoría de los frutos consumidos por los murciélagos tienden a ser de colores opacos y poco llamativos, expuestos en el follaje, grandes pero con semillas pequeñas y de olor penetrante (Van der Pijl, 1972; Thomas, 1988; Schöndube, 1994). Sin embargo, son escasos los trabajos que han abordado el análisis de los atributos físicos de los frutos consumidos por los murciélagos como factores importantes en la conducta de forrajeo; se sabe que el olor de los frutos es importante en la selección de frutos (Rieger y Jakob, 1988 ; Wolf, 1981 citado por Fleming 1988).

## Efecto de las condiciones ambientales sobre la actividad de los murciélagos.

En cuanto al efecto de las condiciones ambientales sobre la conducta de forrajeo de los filostómidos, se sabe que presentan diferentes picos de actividad durante la noche y los cambios en la temperatura e iluminación ambiental afectan los períodos de actividad que presentan. Los períodos de luna llena están relacionados con una disminución en el tiempo de actividad de Artibeus jamaicensis y Carollia perspicillata. Esta fobia a la luna se explica como una conducta para disminuir el riesgo de depredación (Flores-Crespo et al., 1972; Fleming, 1988; Kunz, 1988). La temperatura ambiental puede ser un factor que afecta los períodos de actividad de los filostómidos ya que la mayoría sólo son homeotermos durante el forrajeo y en vuelo, pero pierden el control sobre su temperatura corporal en los períodos de descanso, por lo que el grado de termorregulación depende de su estado nutricional y la temperatura ambiental (Kunz, 1988). Los filostómidos son murciélagos que forrajean intensamente al atardecer, para regresar después al refugio y pasar la mayor parte del tiempo descansando. Carollia perspicillata pasa 14% de la noche buscando y consumiendo frutos y 86% del tiempo inactivo o acicalándose (Fleming, 1988).



## Mecanismo de forrajeo.

La teoría del forrajeo óptimo se basa en la premisa de que la adecuación de los animales está correlacionada con la eficiencia al alimentarse; esta eficiencia se define como la cantidad de alimento obtenido por unidad de forrajeo en tiempo o energía. El dogma central de esta teoría sostiene que los animales pueden forrajear de manera que maximizan la tasa de energía obtenida en relación a los costos (Brewer, 1988). Los modelos de forrajeo óptimo se basan en tres componentes: costo, recompensa y restricciones. El costo es la cantidad de tiempo y energía invertidos para obtener un alimento, la recompensa es la ganancia neta de energía y las restricciones son limitantes que incrementan el costo y/o reducen la recompensa; tales limitantes pueden ser factores intrínsecos y extrínsecos que en su conjunto determinan la conducta de forrajeo de los animales. Los factores intrínsecos son limitantes en las habilidades morfológicas y fisiológicas de los animales relacionadas con su tolerancia a las condiciones ambientales. Los factores extrínsecos son determinados por factores ambientales como clima, riesgo de depredación y características morfológicas o nutricionales del alimento (Stephens y Krebs, 1986).

Los murciélagos pueden diferenciar y elegir entre los frutos de mayor y menor calidad existentes en el medio, aunque hay factores que pueden modificar de manera importante su selección, como la variación de las condiciones ambientales, errores al identificar los frutos y variación en la abundancia espacio-temporal de los frutos (Fleming, 1988). Los experimentos dicotómicos tipo cafetería se basan en modelos de encuentros simultáneos, es decir, un exámen de preferencia dicotómico donde la preferencia depende de una imagen que el individuo tiene sobre la mejor opción. La premisa fundamental de estos modelos es que al momento de la selección existe la misma probabilidad de elegir cualquier opción, y los animales prefieren los frutos

más redituables en relación al costo que implica buscarlos y consumirlos (Waddindton y Holden, 1979).

En estos modelos existen cuatro posibles conductas de respuesta que los consumidores pueden desarrollar (Heller, 1980 citado por Staphens y Krebs, 1986). Las observaciones se hacen desde el punto de vista de los murciélagos frugívoros:

1. Especialización en la presa mas rentable. El consumidor invierte gran cantidad de tiempo y energía en buscar el fruto que satisface mejor sus requerimientos, ya que los frutos de calidad tienden a estar dispersos en el tiempo y el espacio.

2. Especialización en la presa menos rentable. El animal tiene que consumir gran cantidad de frutos de la especie de su interés, también invierte tiempo y energía buscando los frutos, pero los frutos tienden a encontrarse en grandes cantidades y con gran número de frutos maduros al mismo tiempo, por lo que encontrando un sitio de alimentación pueden satisfacer sus necesidades y ahorrar energía en transporte.

3. Generalizar. Los animales tienden a ser oportunistas y consumen los frutos que encuentran de manera incidental en sus recorridos de forrajeo, no invirtiendo demasiado tiempo y energía en la búsqueda de frutos pero, para que el consumidor complete sus requerimientos metabólicos diarios es necesario que encuentre suficientes frutos de la calidad necesaria. Esto está directamente relacionado con la abundancia y distribución de frutos en el medio.

4. Especializarse en la presa mas rentable y después ser generalista. Esta es una práctica más flexible que permite consumir frutos ricos o abundantes y complementar la dieta con los frutos encontrados de manera aleatoria. Esta puede ser una forma mas eficiente de aprovechar los recursos de su entorno.

En las pruebas dicotómicas realizadas con murciélagos frugívoros dentro de jaulas de vuelo, los murciélagos seleccionan entre dos opciones y su preferencia depende de las características de los frutos: especie, madurez, tamaño, olor, color, posición y agrupación. En estos experimentos se ofrecen dos especies de frutos en igual cantidad; la probabilidad de que el murciélago visite cualquiera de ellos es similar, por lo que sujeto en experimentación elige que frutos va a consumir. Las preferencias observadas pueden variar de acuerdo a la abundancia y distribución de frutos en el tiempo y el espacio, así como también debido a factores ambientales (Bonaccorso y Gush, 1987; Fleming, 1988).

#### **Murciélagos frugívoros y frutos consumidos por ellos en la Estación Científica Las Joyas.**

Durante la época de lluvias es cuando se encuentra la mayor abundancia relativa de murciélagos en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ). Son especialmente abundantes los frugívoros con seis especies y los nectarívoros con cuatro especies, coincidiendo con los picos de fructificación de muchas especies de plantas del bosque mesófilo Sturnira ludovici es la especie de murciélago frugívoro mas abundante, seguido por Dermanura tolteca, y Sturnira lilium dentro de este gremio (Iñiguez Dávalos, 1987, 1993).

Por medio de las excretas colectadas en las redes de niebla y por experimentos realizados con murciélagos en cautiverio, se han identificado algunos de los frutos que son consumidos por murciélagos en el bosque mesófilo de montaña de la ECLJ. Sturnira ludovici consume frutos de al menos seis especies, de las cuales tres son solanáceas. También se ha observado que el pico de abundancia y reproducción de Sturnira ludovici coincide con la fructificación de los frutos de las solanáceas (Iñiguez Dávalos, 1993, 1996; Schöndube, 1994).

Acerca de las características de los cinco frutos ofrecidos a los murciélagos en este trabajo, Schöndube (1994) reporta lo siguiente: Los frutos de las cinco especies se presentan en racimo; las tres solanáceas tienen frutos con semillas de tamaño mediano (1.8-4 ancho y 4-7 mm largo), péndulos y ocultos en el follaje; los frutos de Solanum nigricans son grandes (> 300 mm<sup>3</sup>), pesados (> 0.8 gr.), olorosos, verdes, con 6-50 semillas, los de Solanum aphyodendron son pesados (> 0.8 gr.), con olor, verdes, con mas de 50 semillas, los de Solanum appendiculatum son pesados (> 0.8gr.), sin olor, color naranja, con 6-50 semillas, los de Dendropanax arboreus son de peso medio (0.3-0.8 gr.), sin olor, morados, con 5 semillas, los de Conostegia volcanalis son pesados (> 0.8 gr.), sin olor, cafés, con mas de 500 semillas (Cuadro 1). También encontró que para Sturnira ludovici, los frutos de Solanum nigricans son los mas redituables en energía y nutrimentos, les dedica mayor tiempo de manejo y transito por el tracto digestivo, lo que hace suponer en una relación estrecha entre los frutos y los murciélagos que los consumen. Las especies estudiadas forman parte de diferentes estratos en la estructura de la vegetación en el sitio de trabajo. Solanum nigricans y Solanum aphyodendron son arbustos, Solanum appendiculatum es una trepadora leñosa, Conostegia volcanalis se presenta como árboles bajos y Dendropanax arboreus es una especie que forma parte del dosel.

Cuadro 1. Características de los cinco frutos que se utilizaron en este trabajo. Datos tomados de Schöndube (1994). En el cuadro se utilizan las siguientes abreviaturas: S. n. = Solanum nigricans, S. a. = Solanum aphyodendron, S. ap. = Solanum appendiculatum, D. a. = Dendropanax arboreus y C. v. = Conostegia volcanalis.

Especies	<u>S. n.</u>	<u>S. a.</u>	<u>S. ap.</u>	<u>D. a.</u>	<u>C. v.</u>
Volumen (mm <sup>3</sup> )	> 300	100 - 300	100 - 300	100 - 300	100 - 300
Peso (gr.)	> 0.8	> 0.8	> 0.8	0.3-0.8	> 0.8
# Semillas	6 - 50	50 - 500	6 - 50	< 5	> 500
Semillas					
- ancho (mm)	1.8 - 4	1.8 - 4	1.8 - 4	> 4	< 1
- largo (mm)	4 - 7	4 - 7	4 - 7	> 7	< 4
Olor	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Color	Verde	Verde	Naranja	Morado	Café
Agrupación	Racimo	Racimo	Racimo	Racimo	Racimo
Posición rama	Péndulo	Péndulo	Péndulo	Péndulo	Erecto
Posición follaje	Oculto	Oculto	Expuesto	Expuesto	Expuesto

Analizando las características de 14 especies de frutos que se encuentran en el bosque mesófilo de la ECLJ durante la temporada de lluvias, se encontró que Sturnira ludovici consume frutos de olor penetrante, mayor volumen y peso, con gran cantidad de semillas chicas, pudiendo ser conspicuos o inconspicuos y no importa la agrupación. También se observó que el 50% de los frutos consumidos por este murciélago son solanáceas (Schöndube, 1994).

## **El bosque mesófilo y su importancia.**

El bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación con gran diversidad y número de endemismos que presenta alta heterogeneidad en las especies que lo componen, dependiendo esto principalmente de la altitud, componentes edáficos y clima de la localidad (Rzedowsky, 1978; Toledo, 1988; Jardel, 1991; Muñoz, 1992). El bosque mesófilo de montaña ha sido objeto de tala y explotación de sus recursos; esto se debe a la gran cantidad de especies arbóreas que en él se encuentran, lo que ha provocado que disminuya su extensión y hasta llegar a desaparecer en ciertas regiones del país (Puig y Bracho, 1985). Actualmente se encuentra confinado a cañadas y laderas pronunciadas. Es un tipo de vegetación siempre verde con elementos caducifolios y perennifolios que ocupa menos del 1% del territorio nacional (Flores y Gerez, 1994). La familia de las solanáceas es la segunda más abundante en número de individuos en el bosque mesófilo de montaña. Es la mejor representada en el banco de semillas, presentando principalmente especies herbáceas anuales y arbustivas perennes (Muñoz, 1992; Ortiz, 1992).

## AREA DE ESTUDIO:

El presente trabajo se realizó en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ), que forma parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) y es administrada por el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (Figura 1). La ECLJ se localiza en la parte noroeste de la RBSM, entre los 19°34'45" y 19°37'30" Latitud Norte y los 104°15'08" y 104°18'08" Longitud Oeste, a 52 km. en línea recta al norte de Manzanillo, Colima (Jardel, 1992). El predio donde se localiza la ECLJ forma parte de la Región Mesoamericana de Montaña, una región florística de transición entre el reino Holártico y el Neotropical, participando elementos de ambos en proporciones importantes (Cuevas, 1994).

### **Fisiografía.**

La ECLJ ocupa una superficie de 1245 ha. Presenta una topografía irregular con pendientes fuertes que van de 15 a 45%, siendo escasos los sitios planos. El substrato geológico está formado por rocas ígneas extrusivas. La altitud oscila de 1560 hasta los 2240 msnm. Existen tres geoformas: laderas, mesetas y terrazas aluviales. La geoforma predominante son las laderas, y principalmente las de forma cóncava. Hidrológicamente la Estación Científica Las Joyas se encuentra en la cuenca del arroyo de La Yerbabuena, que a su vez está dividida en tres subcuencas. Presenta tres corrientes permanentes y 35 estacionales (Jardel, 1992; Quintero *et al.*, 1988).

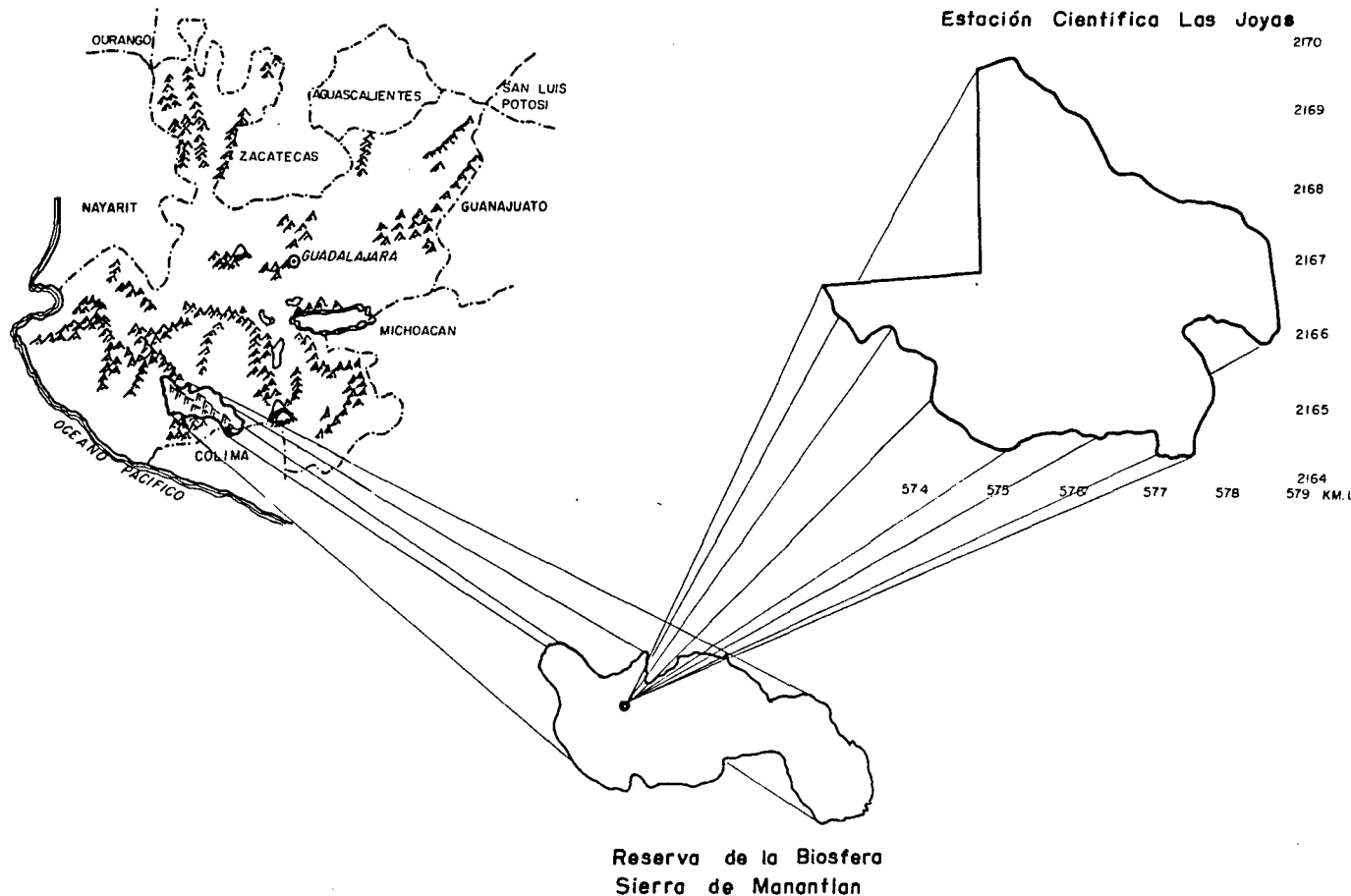


Figura 1. Ubicación del área de estudio.



## **Suelos.**

Los suelos predominantes en el área corresponden al orden de los alfisoles (73% aprox.); estos son suelos lavados con acumulación de arcillas. Le siguen en menor superficie los ultisoles (16%) que son suelos maduros e intemperizados y los inceptisoles (10%) que son suelos inmaduros (Quintero, 1988) Estos suelos generalmente están relacionados con áreas forestales.

## **Clima.**

La variación altitudinal y la compleja fisiografía de la zona causa una gran diversidad de climas en la RBSM. En la Estación Científica Las Joyas se presentan tres tipos de clima que son: templados subhúmedos y semicalidos ( el Ca(w2)(w)(e)g, el (A)Cb(w2)(w)(i)g y el (A)Ca(w2)(w)(i)g ) de acuerdo al sistema de Köppen modificado por García; la precipitación media anual oscila entre 1400 y 1500 mm. La temporada de lluvias va de mediados de mayo a finales de septiembre; de octubre a febrero ocurren lluvias esporádicas y las neblinas son frecuentes. La sequía es marcada durante marzo, abril y mayo. La temperatura promedio anual es de 15.4 °C (Martínez et al., 1991).

## **Vegetación.**

En la Estación Científica Las Joyas existen 5 tipos de vegetación, según Cuevas (1994):

1) Bosque mesófilo de montaña, tipo de vegetación que ocupa sitios más húmedos y menos fríos que los típicos de coníferas y encinares templados, confinándose a

cañadas protegidas y laderas de pendientes pronunciadas, con estratos bien definidos. Ocupa 22.66% del terreno de la ECLJ y cuenta con 478 especies de plantas vasculares.

2) Bosque de pino dominado por arboles jóvenes o renuevo bastante uniforme o constituido por dos estratos, uno bajo continuo y otro de árboles altos y dispersos; esto se explica como resultado de la extracción forestal a la que fue sometida el área. Ocupa 35.76% y cuenta con 219 especies de plantas.

3) Bosque de pino-encino, se caracteriza por la presencia de individuos de 8-20m., de hojas aciculares perennes y coriáceas caducas, con estrato arbustivo escaso y herbáceo bien representado. Ocupa 28.14% y cuenta con 208 especies de plantas.

4) Vegetación secundaria, está presente en lugares que fueron desmontados con fines agrícolas y pecuarios, pero que posteriormente se abandonaron, estableciéndose malezas; existen muy pocos arboles y dispersos, la composición florística es diversa y cambiante. Ocupa 12.33% y cuenta con 270 especies de plantas. Los matorrales de zarzamora (Rubus) son abundantes, con gran cantidad de hierbas, incluyendo Zea diploperennis.

5) Vegetación de galería, que se desarrolla en los bordes y costados de arroyos y corrientes; es difícil separar este tipo de vegetación del bosque mesófilo, con el que se mezcla y llega a formar ecotonías. Ocupa 0.54% del terreno y presenta 101 especies de plantas.

## Fauna.

Dentro de la RBSM existen 344 especies de aves, se han colectado 85 especies de reptiles con 13 endémicas del occidente de México, se conocen 16 especies de peces de las cuales 4 son endémicas a la región. También existen 180 familias de insectos, 6 ordenes de arácnidos y 9 géneros de crustáceos (Jardel, 1992). En lo que respecta a los mamíferos podemos encontrar 110 especies agrupados en 21 familias, lo que representa el 64% de las especies de este grupo presentes en Jalisco, y 25% de las especies encontradas en el país, incluyendo 22 especies endémicas al occidente y 2 subespecies endémicas a la Sierra de Manantlán. Del total de especies de mamíferos, 58% son murciélagos, de los cuales once son frugívoros y ocho son nectarívoros. En la Estación Científica las Joyas (ECLJ) se han colectado seis frugívoros y cuatro nectarívoros, que son considerados frugívoros facultativos. Sturnira ludovici y Dermanura tolteca son las dos especies de murciélagos más abundantes y son residentes comunes, ya que en su conjunto forman más del 70% de los individuos de la comunidad de murciélagos frugívoros (Iñiguez Dávalos, 1993; Iñiguez Dávalos y Santana, 1993).

## **HIPOTESIS:**

Los murciélagos frugívoros de la ECLJ son selectivos al consumir los frutos del bosque mesófilo. En esta selección son importantes factores intrínsecos y extrínsecos.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Analizar experimentalmente la selección de frutos que hacen los murciélagos, en función de factores intrínsecos (especie y peso) y extrínsecos (especies de frutos ofrecidos, posición, tamaño, agregación, presencia de olor, así como condiciones ambientales).

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Establecer si los murciélagos prefieren frutos maduros o inmaduros de las especies ofrecidas.
- Determinar si existe preferencia de los murciélagos hacia alguna de las cinco especies de frutos ofrecidas.
- Comparar la importancia del tamaño, el olor, la posición y la agregación, como factores que atraen a los murciélagos hacia los frutos.
- Analizar el consumo de frutos realizado por los murciélagos, relacionándolos con las condiciones ambientales de temperatura, hora de la noche y condiciones de iluminación.

## METODO:

Este trabajo es de tipo experimental; se estudio la preferencia que presentaban los murciélagos hacia diferentes frutos del bosque mesófilo que les fueron ofrecidos y los atributos físicos que presentan; se realizó durante los meses de mayo a octubre de 1993 en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ).

### **Captura y registro de murciélagos.**

Durante este proyecto, se capturaron murciélagos utilizando la técnica de redes de niebla en diferentes sitios de la ECLJ (para una descripción general de la técnica, ver Iñiguez Dávalos, 1987). Los murciélagos capturados, fueron identificados y se registró el sexo, edad (determinada mediante la osificación de las metáfisis de las falanges), condición reproductiva (palpando el abdomen y desarrollo de las glándulas mamarias en la hembras, y posición de los testículos en los machos), peso en gramos, medida del antebrazo en milímetros; todos estos datos se anotaron en la hoja de campo (Apendice 1). Se tuvo cuidado de no utilizar dos veces al mismo murciélago, ya que al ser liberados eran marcados (Kunz, 1988). Se trabajó en los experimentos con tres especies de murciélagos que son abundantes en la ECLJ: Sturnira ludovici, Sturnira lilium y Dermanura tolteca de la familia Phyllostomidae (Schöndube, 1994; Iñiguez Dávalos, 1987, 1993). Los experimentos que se realizaron son de "tipo cafetería", esto es pruebas dicotómicas de preferencia ( Bonaccorso y Gush, 1987; Thomas, 1988).

## **Recolección de frutos.**

Los frutos se recolectaron en el bosque mesófilo de montaña procurando utilizar sólo los frutos del mismo día, para evitar modificaciones de sus compuestos químicos, lo que podía alterar la conducta de selección de los murciélagos (Fleming, 1988). La colecta de frutos dependió de la disponibilidad de ellos en el bosque, por lo que los experimentos fueron programados según la abundancia de frutos, los cuales fueron ofrecidos en proporción 1:1 para cada condición. Se trabajó con cinco especies de frutos que son consumidos por los murciélagos y son abundantes en el bosque mesófilo: Solanum nigricans, Solanum aphyodendron, Solanum appendiculatum (Solanaceae), Dendropanax arboreus (Araliaceae) y Conostegia volcanalis (Melastomataceae) (Schöndube, 1994; Iñiguez Dávalos, 1996).

## **Manejo y cuidados de murciélagos en cautiverio.**

Para aprender a manejar a los murciélagos frugívoros en cautiverio, se llevo a cabo un período de capacitación de dos semanas en el Herpetario del Zoológico Guadalajara, donde se realizaron observaciones sobre el comportamiento, dieta y cuidados que se requería tener con estos animales en cautiverio. Este trabajo se realizó con una colonia de Anoura geofroyii (Phyllostomidae) que se mantenía en las instalaciones del Zoológico.

En la ECLJ, los murciélagos capturados se mantuvieron en cautiverio dentro de jaulas con armazón de PVC, de 60 cm por lado y cubiertas de tela de mosquitero. Las hembras preñadas o lactantes eran liberadas inmediatamente y no se mantenían en cautiverio, debido al riesgo que implicaba para la cría. Las jaulas eran cubiertas con una funda de cartón para reducir enfriamiento excesivo al mantener la

temperatura un poco más constante durante la noche y disminuir la iluminación en el día; se colocaron dentro de un invernadero rústico que forma parte de las instalaciones de la ECLJ. Los murciélagos se mantuvieron en cautiverio un mínimo de 24 hrs. antes de iniciar los experimentos con ellos y en este período se alimentaron con una dieta mixta de sandía, melón y plátano. Los animales eran liberados si no comían, disminuía su actividad dentro de la jaula o mostraban signos de estrés.

### **Descripción de los experimentos.**

Los experimentos "tipo cafetería" se realizaron en una jaula de 2 x 4 x 2 m. hecha con tela de mosquitero (Figura 2). Dentro de la jaula se colocó una rejilla metálica con 5 niveles a diferente distancia del suelo y cada nivel con seis posiciones equidistantes distribuidas de manera horizontal. En total se utilizaron 30 posiciones (Figura 3). En cada posición se colocó un fruto, la posición donde se colocó cada fruto se seleccionó de manera aleatoria. Para los experimentos de preferencia por el olor de Solanum nigricans se utilizó una jaula de 2 x 4 x 8 m con cuatro señuelos en su interior. Se hicieron cinco repeticiones de cada combinación. Todos los experimentos se realizaron entre las 19:00 y las 05:00 horas.

En la hoja de campo se registró para cada experimento:

1. Los datos del murciélago peso, edad, sexo, medida de antebrazo, condición reproductiva,
2. las especies de frutos o características ofrecidas,
3. fruto que ocupaba cada una de las 30 posiciones,
4. frutos que fueron visitados,

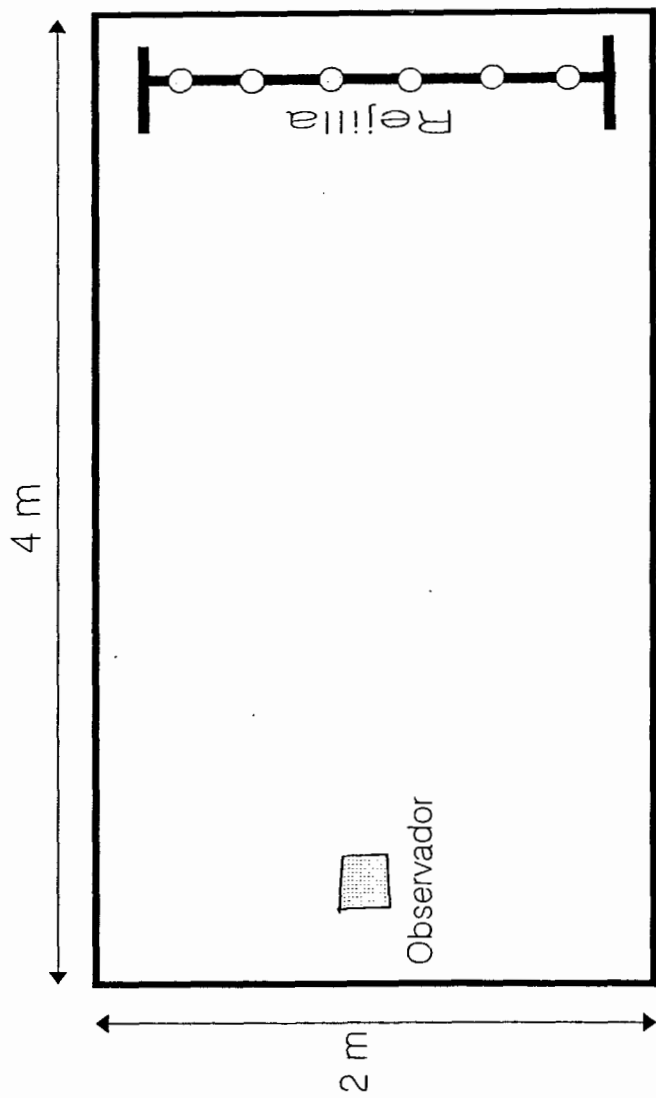


Figura 2. Jaula de vuelo utilizada en los experimentos de selección de frutos (vista superior).



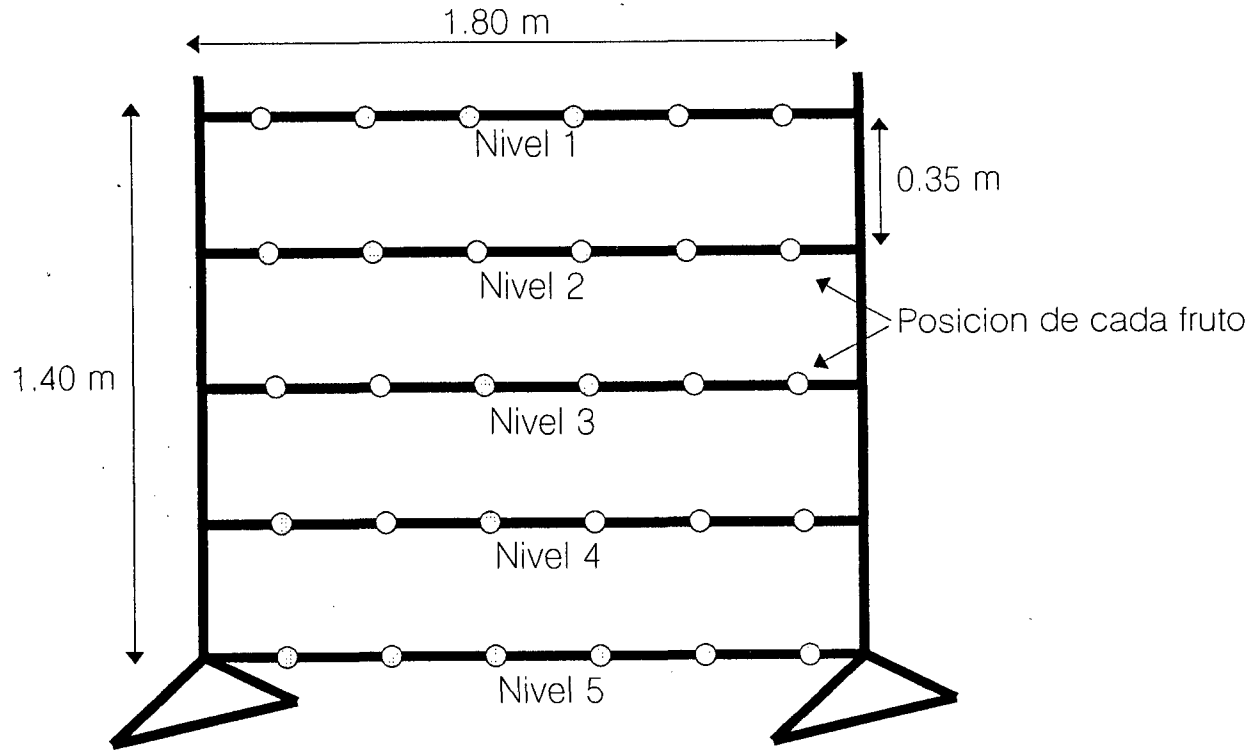


Figura 3. Esquema de la rejilla utilizada en los experimentos de selección de frutos.

5. peso total de los 15 frutos ofrecidos de cada especie,
6. hora de inicio y de finalización de la prueba,
7. temperatura dentro de la jaula de vuelo,
8. iluminación ambiental se registró de manera cualitativa, utilizando con cuatro categorías (1 = Iluminación nula, 2 = escasa, 3 = buena y 4 = muy buena).

Los datos de los experimentos se agruparon por especie de murciélago para su análisis y se compararon con el consumo de frutos realizado por los murciélagos.

En cada experimento se realizaron los siguientes pasos:

1. Se sorteaban los frutos en las diferentes posiciones,
2. se pesaban los frutos de cada especie ofrecida,
3. se colocaban los frutos en la rejilla,
4. se liberaba el murciélago dentro de la jaula de vuelo,
5. se mantenía el murciélago dentro de la jaula, durante una hora en los experimentos donde se realizó observación directa de sus visitas a la rejilla y durante dos horas en los experimentos que no se realizaron observaciones,
6. se observaba regularmente el estado de los murciélagos,
4. transcurrido el tiempo se registraba el número de frutos visitados y las posiciones de los frutos que fueron removidos de su lugar o mordidos y dejados en su lugar,
5. se localizaban los restos de frutos de la rejilla y los que fueron removidos de su lugar,
6. se pesaban los restos de los frutos de cada especie,
7. se marcaba el murciélago en la cabeza o antebrazo con un marcador de tinta indeleble, para identificarlo y era liberado.

En los experimento se definió como visita cuando el murciélago se posó sobre un fruto o señuelo y lo manipuló, cuando lo manipuló revoloteando o cuando lo arrancó de su posición y lo transporto a otro sitio de la jaula. En cada experimento se utilizaron individuos diferentes.

### **Tipos de experimentos realizados.**

Se realizarón pruebas dicotómicas de preferencia, donde la premisa fundamental era que ambas opciones ofrecidas tienen la misma probabilidad de ser elegidas y la elección depende de cierta imagen de búsqueda que tienen los animales, esto es, un conjunto de características que los animales buscan en el medio:

#### **Pruebas de preferencia entre frutos maduros contra inmaduros.**

En estos experimentos la mitad de los frutos estaban maduros y la otra mitad inmaduros se trabajo con Solanum nigricans, Solanum aphyodendron y Conostegia volcanalis, se utilizo una especie por prueba. Los experimentos duraron dos horas y no se registro actividad dentro de la jaula. Con estos datos se analizó el número de visitas realizadas a cada nivel de la rejilla, esto para determinar la preferencia de los murciélagos hacia los diferentes niveles de la rejilla. También se analizó el consumo de frutos en gramos, aunque no para todos los experimentos se tienen datos.

#### **Pruebas de preferencia entre diferentes especies de frutos.**

En cada experimento se utilizaron frutos maduros, la mitad era de una especie y la mitad de otra. Se utilizaron frutos de Solanum nigricans, Solanum aphyodendron, Solanum appendiculatum, Conostegia volcanalis y Dendropanax

arboreus. Los experimentos duraron dos horas y no se registró la actividad de los murciélagos dentro de la jaula. También se analizó el consumo de frutos en gramos, aunque no para todos los experimentos se tienen datos.

**Pruebas de preferencia de Sturnira ludovici, hacia agregación, tamaño y posición de los frutos de Solanum nigricans utilizando la rejilla.**

Se eligió Solanum nigricans por su abundancia en el bosque, porque es el fruto mas rico en nutrimentos y fue preferido por sobre las otras especies de frutos ofrecidos. Se utilizaron solamente frutos maduros. Se trabajo con Sturnira ludovici por ser la especie de murciélago mas abundante en la ECLJ (Iñiguez Dávalos 1987, 1993; Schöndube, 1994). Estos experimentos duraron una hora, durante la cual se registró el orden de las visitas a la rejilla y la frecuencia para cada posición, asi como observaciones sobre el comportamiento que presentaban los murciélagos dentro de la jaula de vuelo, como visitaban y consumían los frutos. Para facilitar las observaciones se colocaron en el techo de la jaula lamparas de mano con lamparas fluorescentes cubiertas con un filtro rojo.

En estos experimentos se estudió cada atributo de los frutos por separado, sin embargo solo se ocuparon 20 de las posiciones de la rejilla con el fin de disminuir la densidad de frutos en la rejilla, las posiciones y su contenido se eligieron de manera aleatoria. Las características de los frutos que se compararon son:

- Agregación de los frutos. Se trabajo con frutos de igual tamaño y fueron ofrecidos péndulos, la mitad de las posiciones estaban ocupadas por racimos de 5 frutos y la otra mitad por frutos solitarios.

- Tamaño de los frutos. La mitad de los frutos eran pequeños (menos de 0.61 gr.) y la otra mitad grandes (mas de 2.20 gr.); todos fueron ofrecidos péndulos.
- Posición en la rama. Se trabajó con frutos de igual tamaño, la mitad de ellos se colocaron erectos y la otra mitad péndulos.

**Pruebas de preferencia de Sturnira ludovici, hacia el olor de los frutos de Solanum nigricans sin la rejilla.**

Se utilizaron señuelos de unicel de 1 cm de diámetro; la mitad de estos señuelos estaban impregnados con un macerado de frutos de Solanum nigricans y la otra mitad no lo estaba. Aunque el diseño del experimento para las pruebas de olor era originalmente igual al de las otras condiciones analizadas, se modificó debido a que la cercanía entre los frutos y lo acentuado del aroma de los mismos formaba una "nube de olor" es decir, en toda la zona de la rejilla se percibía el olor de los frutos y esto podía crear confusión a los murciélagos y no nos permitía diferenciar entre señuelos, por cercanía entre ellos todos oían a S. nigricans. Como se necesitaba aislar el olor de los frutos de S. nigricans, se optó por separar más los señuelos dentro de la jaula de vuelo y reducir el número de señuelos a cuatro. Con este fin se utilizó una jaula de 2 x 4 x 8 m. hecha con tela de mosquitero, adentro de la cual se pusieron dos señuelos impregnados con el macerado de Solanum nigricans y otros dos que no lo estaban (Figura 4). Los señuelos se colocaron en el techo de la jaula de distribuidos de manera aleatoria en las esquinas de la jaula. Se observó y registró durante una hora el número de visitas realizadas por los murciélagos y el orden en que fueron realizadas.

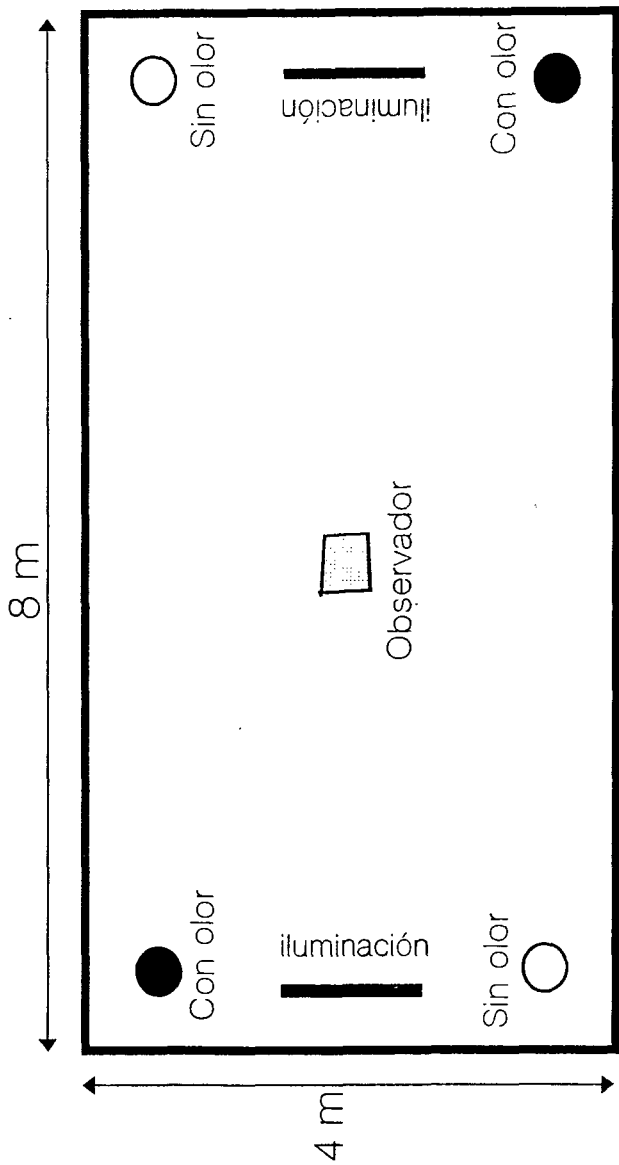


Figura 4. Jaula de vuelo utilizada en los experimentos de preferencia hacia señuelos con olor vs. señuelos sin olor (vista superior).

### **Visitas realizadas a los diferentes niveles de la rejilla.**

Con el fin de determinar si la altura de la rejilla a la que fueron ofrecidos los frutos tenía algún efecto sobre el número de frutos visitados o solo dependía de la especie de fruto ofrecido, se utilizaron los datos de las visitas realizadas por los murciélagos a todas las posiciones de la rejilla, en las pruebas de preferencia entre frutos con diferente grado de madurez y los de la preferencia entre diferentes especies de frutos.

### **Análisis estadístico.**

Se elaboraron histogramas de frecuencia por tipo de experimento registrando número de frutos visitados por nivel de la rejilla. Para el análisis se creó una base de datos y se analizaron por separado la selección de frutos entre las cinco especies, pruebas de madurez y características de los frutos. En las pruebas de madurez de los frutos, selección entre especies de frutos, características de los frutos posición, agregación, tamaño y olor se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis. Los datos de peso de los murciélagos, así como las condiciones abióticas de temperatura e iluminación ambiental durante los experimentos y la hora del experimento se agruparon por especie de murciélago, solo se pudieron analizar estadísticamente para *Sturmira ludovici*, también utilizando pruebas de Kruskal-Wallis.

Los datos del número de visitas realizadas a cada especie por los murciélagos en las diferentes posiciones donde fueron colocados se agruparon por los cinco niveles de la rejilla y fueron graficados en histogramas de frecuencia. Se realizaron pruebas de ji cuadrada para observar diferencias en las visitas a cada nivel.

## RESULTADOS:

### Número de murciélagos capturados y experimentos realizados.

Se trabajó un total de 75 noches realizando experimentos y capturando murciélagos. Se realizaron 250 horas de experimentos dentro de la jaula de vuelo, incluyendo algunas pruebas para definir y afinar la metodología. Se capturaron en total 145 murciélagos de las especies de interés durante el período de muestreo, de los cuales se mantuvieron en cautiverio 115 individuos y el resto fueron liberados ya que eran hembras preñadas o lactantes. En total se completaron 100 experimentos con los murciélagos capturados.

Sturnira ludovici fue el murciélago más abundante en el período de trabajo y debido a ello la mayoría de los experimentos se realizaron con esta especie, las otras dos especies fueron menos abundantes y por lo tanto se realizaron menos experimentos con ellas. Con Sturnira ludovici se realizaron 81 experimentos con 14 machos y 67 hembras. Con Sturnira lilium se realizaron seis experimentos con 3 machos y 3 hembras. Con Dermanura tolteca se realizaron 13 experimentos con 11 machos y 2 hembras (Figura 5). El número de experimentos que se realizaron por combinación de frutos con cada especie de murciélago se observa en el cuadro 2.



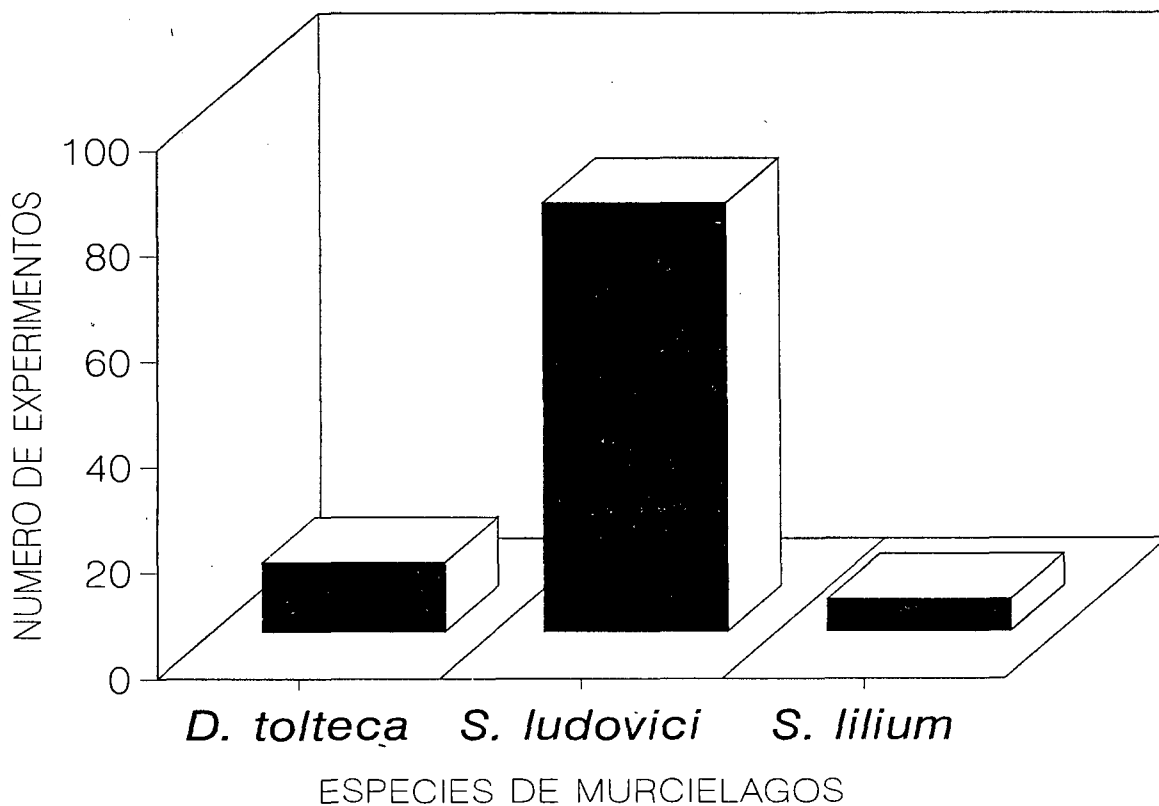


Figura 5. Experimentos realizados por especie de murciélago.

Cuadro 2. Número de experimentos realizados en cada combinación con Sturnira ludovici, Sturnira lilium y Dermanura tolteca. Las abreviaturas que se utilizan para los frutos son: S. n. = Solanum nigricans, S. a. = Solanum aphyodendron, S. ap. = Solanum appendiculatum, C. v. = Conostegia volcanalis, D. a. = Dendropanax arboreus.

Especies de frutos	Número de experimentos por especie		
	<u>Sturnira</u> <u>ludovici</u>	<u>Sturnira</u> <u>lilium</u>	<u>Dermanura</u> <u>tolteca</u>
<b>Madurez</b>			
<u>S. n.</u> Maduros/ Inmaduros	5	6	4
<u>S. a.</u> Maduros/ Inmaduros	6	-	-
<u>C. v.</u> Maduros/ Inmaduros	5	-	-
<b>Entre especies</b>			
<u>S. nigricans</u> / <u>S. aphyodendron</u>	6	-	1
<u>S. nigricans</u> / <u>S. appendiculatum</u>	5	-	-
<u>S. nigricans</u> / <u>C. volcanalis</u>	5	-	5
<u>S. nigricans</u> / <u>D. arboreus</u>	7	-	3
<u>S. aphyodendron</u> / <u>S. appendiculatum</u>	5	-	-
<u>S. aphyodendron</u> / <u>C. volcanalis</u>	5	-	-
<u>C. volcanalis</u> / <u>D. Arboreus</u>	5	-	-
<b>Características de los frutos</b>			
Con olor/ Sin olor (rejilla) *	6	-	-
Con olor / Sin olor (sin rejilla)	6	-	-
Unico / Agregado	5	-	-
Grande / Pequeño	5	-	-
Erecto / Péndulo	5	-	-
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>6</b>	<b>13</b>

\* en estos experimentos no se registraron visitas (ver texto).

## **Efecto de las condiciones ambientales sobre el consumo de frutos.**

### **- Condiciones de iluminación y temperatura ambiental, y hora a la que se realizaron los experimentos con Sturnira ludovici.**

En el 45.3% de los experimentos realizados con Sturnira ludovici se presentaron condiciones de muy buena iluminación; en el resto de los experimentos se presentaron condiciones de iluminación moderada, escasa y nula en proporciones similares. El 94.1% de los experimentos se realizaron con temperaturas ambientales entre los 9 y 15 °C. El 80% de los experimentos se realizaron entre las 20:00 y las 02:00 horas (Figura 6).

### **- Condiciones de iluminación y temperatura ambiental, y hora a la que se realizaron los experimentos con Sturnira lilium.**

Para Sturnira lilium se realizaron seis experimentos dos entre las 20:00 - 22:00, dos entre 22:00 - 24:00 y dos entre 24:00 - 2:00 horas. Se realizó un experimento con iluminación buena y otro con iluminación nula. De los dos experimentos en que se tienen datos de temperatura ambiental, uno entra en el rango de 9 - 11 °C y el otro en el de 13 - 15 °C, no se tienen los datos para todos los experimentos (Figura 7).

### **- Condiciones de iluminación y temperatura ambiental, hora a la que se realizaron los experimentos con Dermanura tolteca.**

Con Dermanura tolteca los experimentos que se hicieron con iluminación muy buena son cinco, con iluminación buena son dos y cuatro con iluminación nula. En

un experimento la temperatura registrada estuvo en el rango de 7 - 9 °C, tres experimentos entre 11 - 13 °C, cuatro experimentos entre 13 - 15 y uno entre 15 - 17 °C. Un experimento se realizo entre las 20:00 - 22:00 horas, cuatro entre las 22:00 - 24:00, tres entre 24:00 - 2:00, cuatro entre 2:00 - 4:00 y uno en el período de 4:00-6:00 (Figura 8).

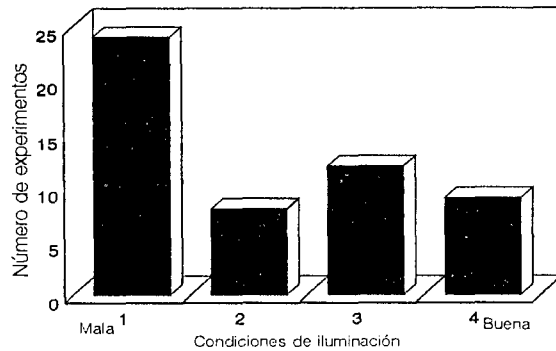
En la comparación entre las condiciones ambientales de iluminación y temperatura y los frutos visitados, se observó que dentro de la jaula de vuelo estos factores no afectan de manera significativa el consumo de frutos realizado por Sturnira ludovici (Cuadro 3). Con relación a la hora del experimento sí se observaron diferencias significativas, pero estas pudieran deberse a que la mayor parte de los experimentos se realizaron en la primera mitad de la noche.

Cuadro 3. Efecto de las condiciones de temperatura, iluminación y hora de la noche sobre el número de frutos visitados en todas las pruebas realizadas con Sturnira ludovici.

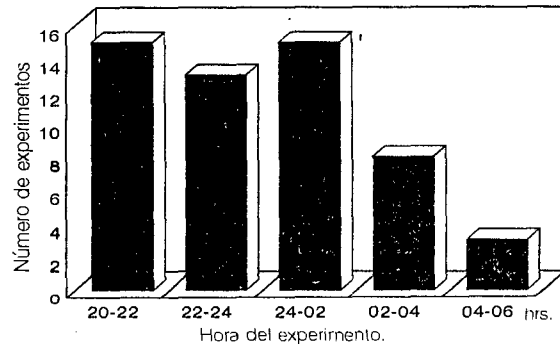
Factores abioticos	N	n	K	F	P
Temperatura ambiental	49	387	5	4.691	0.3204
Iluminación ambiental	52	393	4	2.222	0.5274
Hora de la noche	52	394	5	11.499	.02148 ✓

N= número de experimentos, n= total de visitas, K= Número de clases, F= resultado de la prueba de Kruskal-Wallis, P= probabilidad asociada, ✓= pruebas con diferencias significativas, <0.05.

## Iluminación ambiental



## Hora de experimento



## Temperatura ambiente

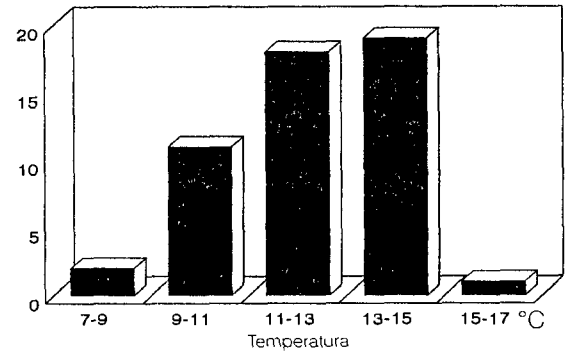
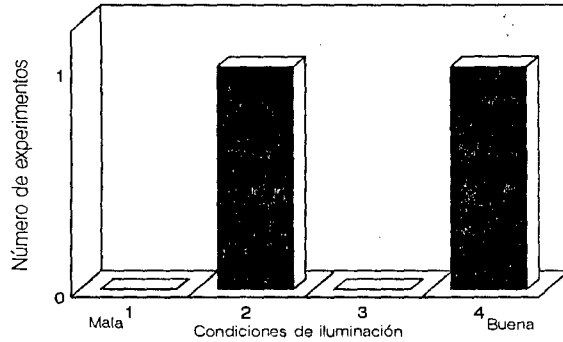


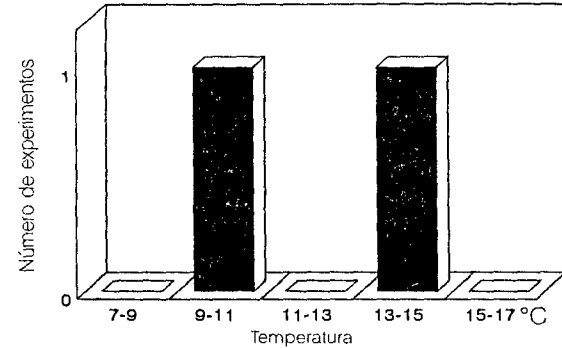
Figura 6.

Condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos con *Sturnira ludovici*.

### Iluminación ambiental



### Temperatura ambiente



### Hora de experimento

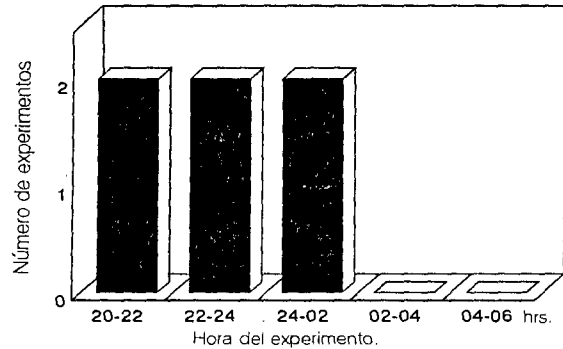


Figura 7.  
Condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos con *Sturnira lilium*.

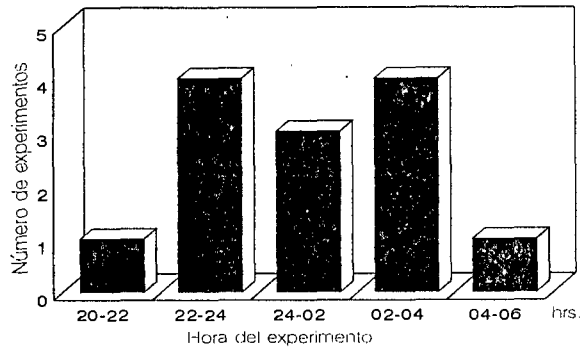
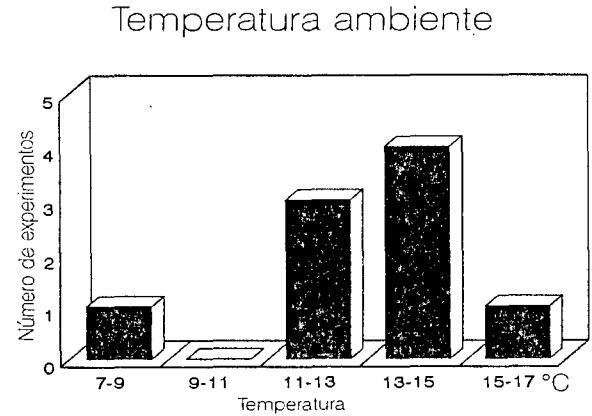
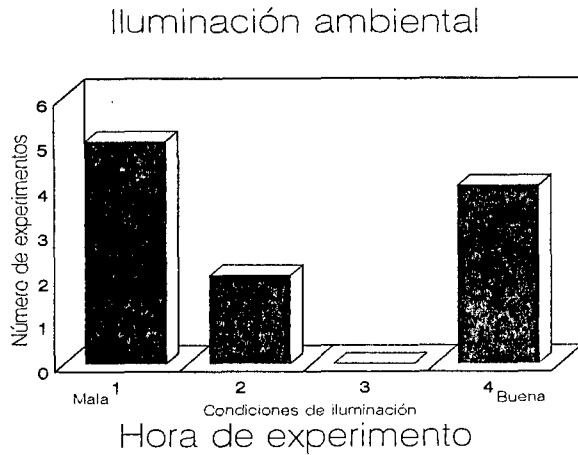


Figura 8.  
Condiciones ambientales en las que se realizaron los experimentos con *Dermanura tolteca*.

### Condiciones bióticas (peso de los murciélagos).

Con Sturnira ludovici se encontraron individuos de 13 hasta 21 gramos de peso, pero la mayoría variaron entre 15 y 20 gr. ( $\bar{X}$ = 18.14, D.S.=1.83, N= 53). Con Sturnira lilium se trabajó con un individuo de 16 gr., cuatro de 18 gr. y uno de 19 gr. ( $\bar{X}$ = 18.67, D.S.=0.87, N= 6). Con Dermanura tolteca los murciélagos pesaron entre 13 y 17 gr. ( $\bar{X}$ = 15.96, D.S.=1.75, N= 12), que entran dentro de los valores normales de la especie; sin embargo se realizó un experimento con un murciélago de 20 gr., que es un animal grande para esta especie (Figura 9).

Para analizar los datos del peso de Sturnira ludovici, estos se agruparon en nueve clases de peso. Se observó que el peso de los murciélagos no tiene relación estadísticamente significativa con el número de frutos consumidos en las pruebas ( $F= 7.5542$ ,  $P= 0.1093$ ). No fue posible analizar otros factores intrínsecos como edad, sexo y condición reproductiva de los murciélagos, debido a que existe un sesgo en los experimentos, que se realizaron con individuos en su mayoría adultos, hembras e inactivas. Se decidió no trabajar con hembras lactantes o preñadas puesto que el cautiverio podía afectar a sus crías, que tanto en desarrollo o lactando dependen de la madre para su mantenimiento. Aunque se trabajó con algunos machos y jóvenes, estos fueron muy pocos para comparar.



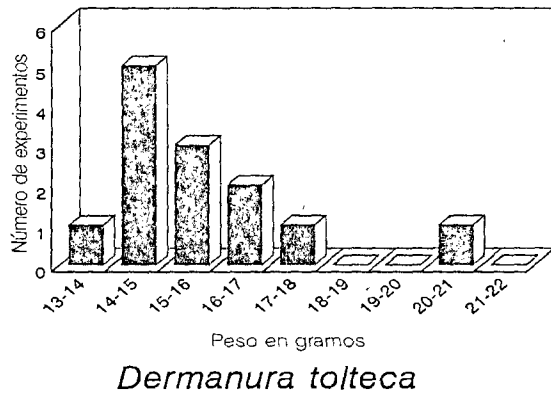
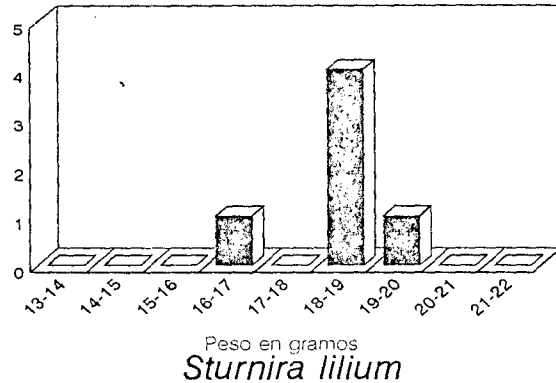
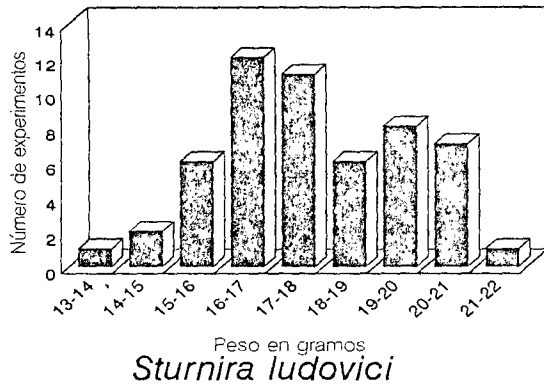


Figura 9.  
Número de experimentos realizados con las especies de murciélagos por categoría de peso.

### **Preferencia frutos maduros / frutos inmaduros.**

A *Sturnira ludovici* le fueron ofrecidos los frutos maduros e inmaduros de tres especies. En *Solanum nigricans*, el 85% de los frutos visitados fueron maduros, de *Solanum aphyodendron* el 88% de los frutos visitados fueron maduros y de *Conostegia volcanalis* el 93% de los frutos visitados fueron maduros (Figura 10). A *Sturnira lilium* y *Dermanura tolteca* solamente se les ofrecieron frutos maduros e inmaduros de *Solanum nigricans*; con el primero de estos murciélagos el 92% de los frutos visitados fueron maduros y con el segundo el 83% de los frutos visitados fueron maduros (Figura 11).

En los análisis estadísticos que se realizaron se observa que *Sturnira ludovici* prefiere estadísticamente consumir frutos maduros de *Solanum nigricans* ( $F= 5.8417$ ,  $P=0.016$ ), *Solanum aphyodendron* ( $F= 7.1303$ ,  $P=0.007$ ) y *Conostegia volcanalis* ( $F=6.48$ ,  $P=0.011$ ). *Sturnira lilium* prefiere consumir frutos maduros de *Solanum nigricans* ( $F=8.4857$ ,  $P=0.003$ ), mientras que *Dermanura tolteca* presenta diferencias poco significativas en su preferencia hacia los frutos maduros ( $F= 1.7943$ ,  $P= 0.1804$ ) (Cuadro 4).

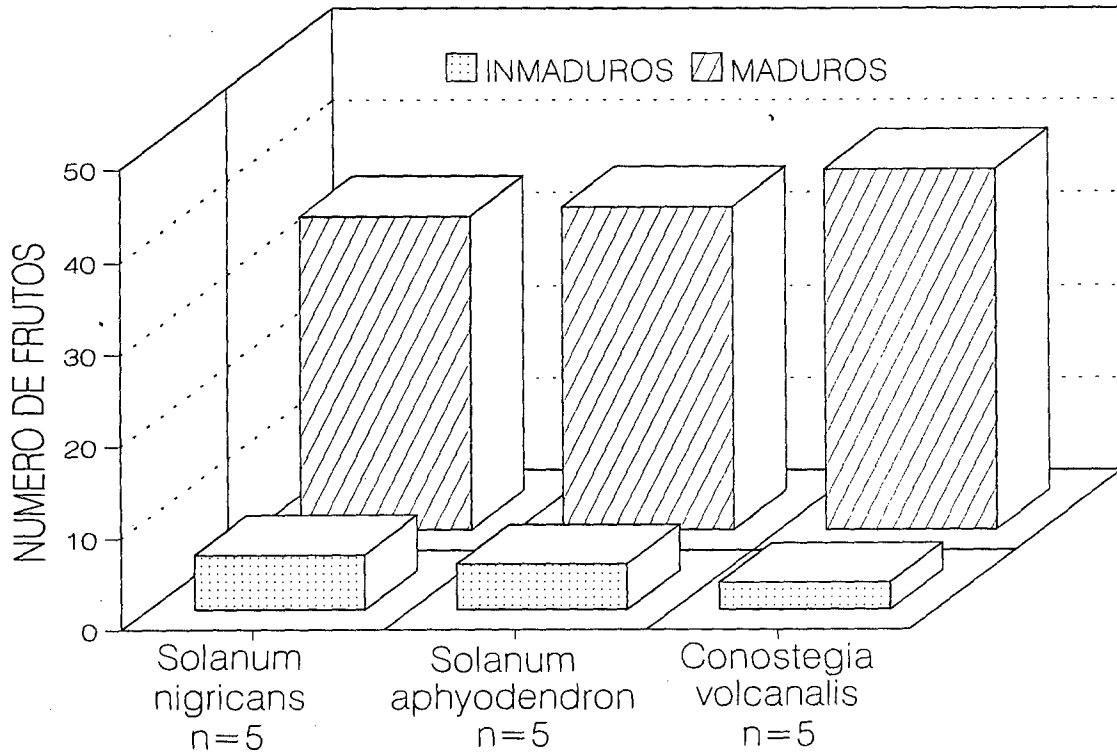


Figura 10. Frutos visitados en cada categoría de madurez por *Sturnira ludovici*.  
 $n$ =número de experimentos

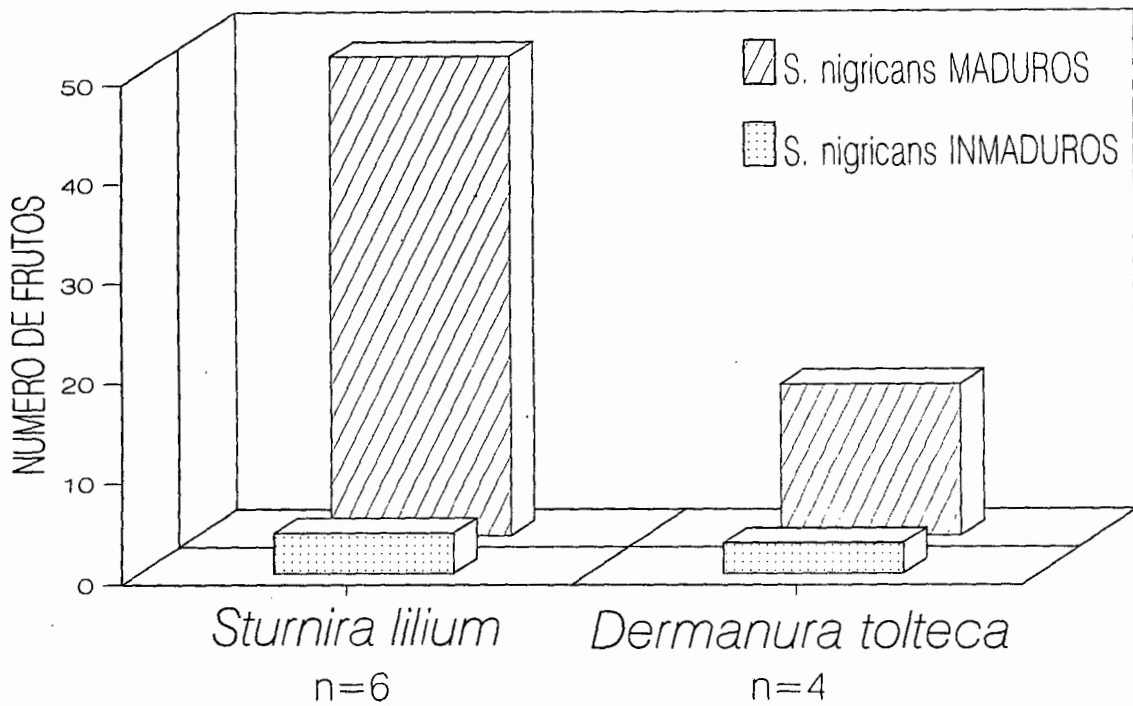


Figura 11. Frutos visitados en cada categoria de madurez por *Sturnira liliium* y *Dermanura tolteca*.

Cuadro 4. Preferencia de Sturnira ludovici, S. lilium y Dermanura tolteca por frutos maduros e inmaduros de varias especies ofrecidas. Las abreviaturas de los frutos son las mismas que las presentadas en el cuadro 2.

Especies		Visitas	N	n	F	P	Preferencia
Murciélagos	Fruto	M / I					
<u>Sturnira ludovici</u>	<u>S. n.</u>	34/ 6	5	40	5.8417	0.016	Maduros > Inmaduros ✓
	<u>S. a.</u>	35/ 5	6	40	7.1303	0.007	Maduros > Inmaduros ✓
	<u>C. v.</u>	39/ 3	5	42	6.48	0.011	Maduros > Inmaduros ✓
<u>Sturnira lilium</u>	<u>S. n.</u>	48/ 4	6	52	8.4857	0.003	Maduros > Inmaduros ✓
<u>Dermanura tolteca</u>	<u>S. n.</u>	15/ 3	4	18	1.7943	0.1804	Maduros > Inmaduros

N= número de experimentos realizados, n= Numero total de frutos, P= probabilidad asociada, F= resultado de la prueba de Kruskal-Wallis, M= Frutos maduros, I= Frutos inmaduros, ✓= pruebas con diferencias significativas, <0.05.

#### **Preferencia entre las diferentes especies de frutos ofrecidos.**

De un total de 63 experimentos de preferencia realizados con Sturnira ludovici y Dermanura tolteca, en el 54%, los murciélagos solo consumieron una especie de fruto, en el 40% se observa una preferencia clara hacia alguno de los frutos ofrecidos y en el 6% los murciélagos no consumieron ningún fruto.

- Preferencia de Sturnira ludovici.

A Sturnira ludovici le fueron ofrecidos frutos de Solanum nigricans, Solanum aphyodendron, Solanum appendiculatum, Conostegia volcanalis y Dendropanax arboreus. Se observó que este murciélago presenta un mayor consumo de los frutos de Solanum nigricans, seguidos en importancia los de Solanum aphyodendron y Conostegia volcanalis; los frutos menos consumidos fueron Solanum appendiculatum y Dendropanax arboreus (Figura 12). En las pruebas realizadas con S. nigricans vs. S. aphyodendron y S. aphyodendron vs. C. volcanalis no existen diferencias significativas en el número de frutos visitados ( $P=0.418$ , y  $P=0.913$ ); sin embargo se observa que S. nigricans es mas visitado que C. volcanalis ( $P=0.017$ ), por lo que consideramos que no existe transitividad y se establece el orden de importancia antes mencionado (Cuadro 5).

Cuadro 5. Preferencia de Sturnira ludovici por las diferentes especies ofrecidas. Las abreviaturas de los frutos son las mismas que las presentadas en el cuadro 2.

Especies	Visitas	N	n	F	P	Preferencia
<u>S. n.</u> / <u>S. a.</u>	37/26	6	63	0.6548	0.418	<u>S. n.</u> = <u>S. a.</u>
<u>S. n.</u> / <u>S. ap.</u>	19/ 0	5	19	7.7586	0.005	<u>S. n.</u> > <u>S. ap.</u> ✓
<u>S. n.</u> / <u>C. v.</u>	33/ 5	5	38	5.6941	0.017	<u>S. n.</u> > <u>C. v.</u> ✓
<u>S. n.</u> / <u>D. a.</u>	60/ 1	7	61	10.642	0.001	<u>S. n.</u> > <u>D. a.</u> ✓
<u>S. a.</u> / <u>C. v.</u>	8 /10	5	18	0.0119	0.913	<u>S. a.</u> = <u>C. v.</u>
<u>S. a.</u> / <u>S. ap.</u>	22/ 0	5	22	7.7586	0.005	<u>S. a.</u> > <u>S. ap.</u> ✓
<u>C. v.</u> / <u>D. a.</u>	40/ 1	5	41	7.25806	0.007	<u>C. v.</u> > <u>D. a.</u> ✓

N= número de experimentos realizados, n= número de frutos visitados, P= probabilidad asociada, F= resultado de la prueba de Kruskal-Wallis, ✓= pruebas con diferencias significativas, <0.05.

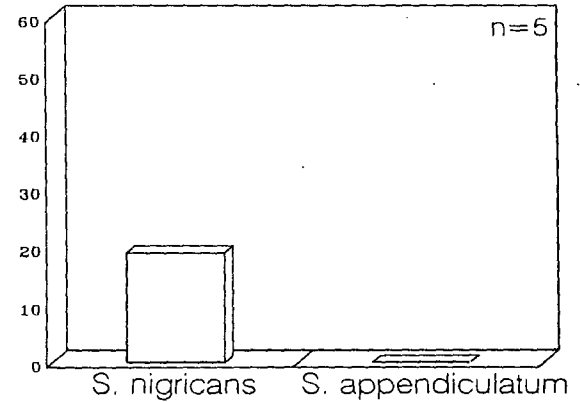
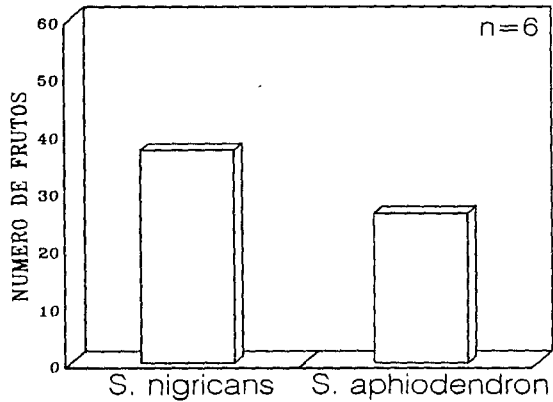
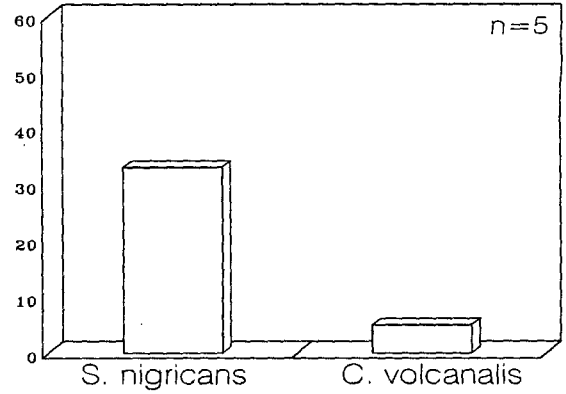
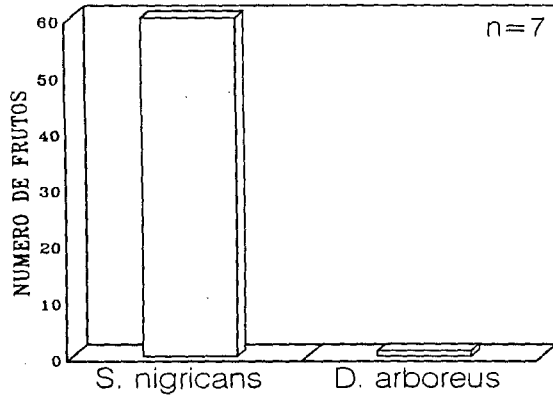


Figura 12. Frutos visitados en las pruebas de selección de especies por *Sturnira ludovici*.  
n=número de experimentos

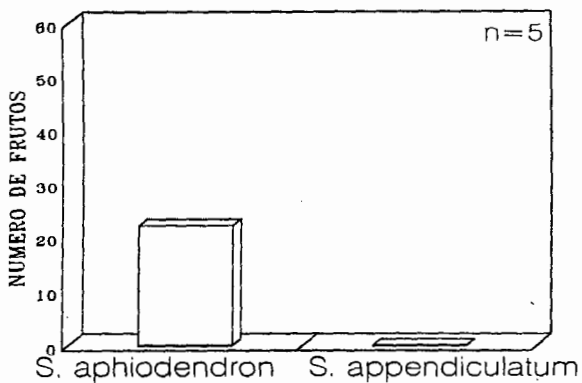
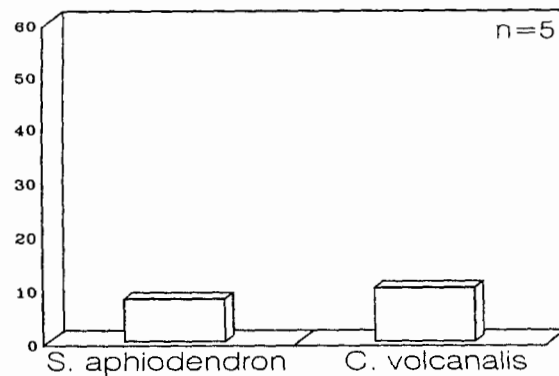
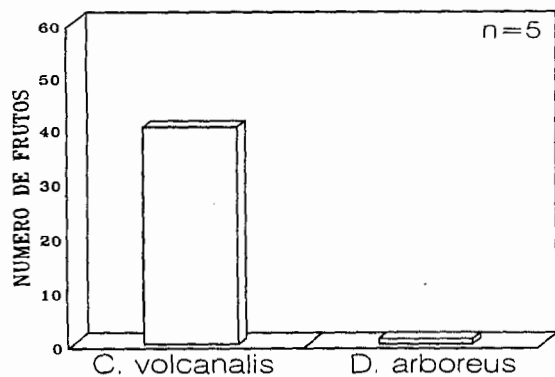


Figura 12 (continuación). Frutos visitados en las pruebas de selección de especies por *Sturnira ludovici*.

$n$  = número de experimentos



### - Preferencia de Dermanura tolteca.

A Dermanura tolteca le fueron ofrecidos frutos de Solanum nigricans, S. aphyodendron, Conostegia volcanalis y Dendropanax arboreus (Figura 13). Se observaron preferencias poco significativas hacia los frutos de C. volcanalis sobre los de S. nigricans ( $P = 0.1363$ ) y de S. nigricans sobre D. arboreus ( $P = 0.1213$ ). Solo se realizó un experimento de S. nigricans vs. S. aphyodendron donde los murciélagos visitaron solo frutos de S. aphyodendron (14/ 0 frutos). Los datos para este murciélago fueron pocos, por lo que se sugiere aumentar el número de combinaciones en estudios posteriores (Cuadro 6).

Cuadro 6. Preferencia de Dermanura tolteca por las diferentes especies ofrecidas. Las abreviaturas de los frutos son las mismas que las presentadas en el cuadro 2.

Especies	Visitas	N	n	F	P	Preferencia
<u>S. n.</u> / <u>S. a.</u>	0/14	1	14	1.0	0.3173	<u>S. n.</u> > <u>S. a.</u>
<u>S. n.</u> / <u>C. v.</u>	10/27	5	37	2.2188	0.1363	<u>S. n.</u> > <u>C. V.</u>
<u>S. n.</u> / <u>D. a.</u>	3/0	3	3	2.400	0.1213	<u>S. n.</u> > <u>D. a.</u>

N= número de experimentos realizados, n= número de frutos visitados, P= probabilidad asociada, F= resultado de la prueba de Kruskal-Wallis.

### Consumo de frutos en gramos

Sturnira ludovici consumió en promedio 10.44 (D.S.=8.27) gr. de frutos por experimento (n=44), mientras que Dermanura tolteca consumió 11.2 (D.S.=10.01) gr. de frutos por experimento (n=9); para Sturnira lilium no se pudo obtener información.

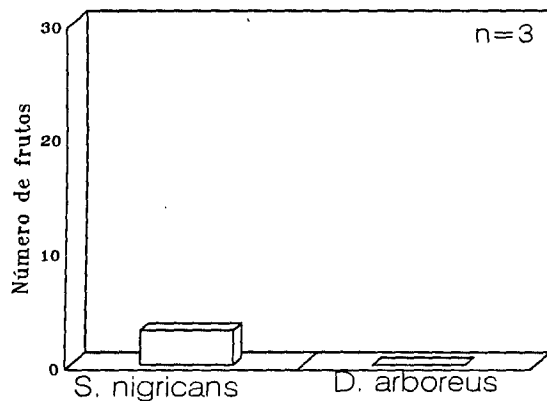
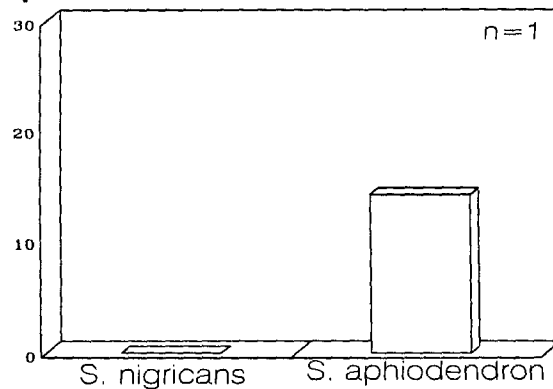
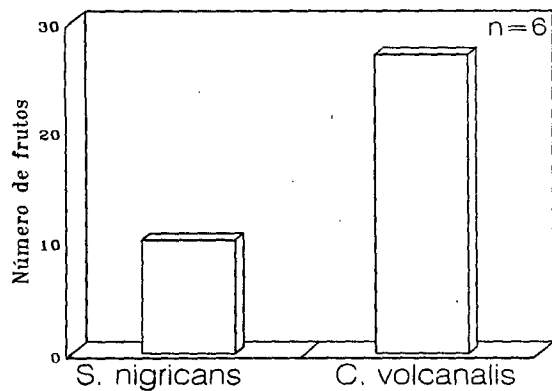


Figura 13. Frutos visitados en las pruebas de selección de especies por *Dermanura tolteca*.

n= número de experimentos

**- Consumo en gramos para las pruebas de madurez de los frutos.**

Se tomó el peso de los frutos maduros e inmaduros. Para *Sturnira ludovici* y *Dermanura tolteca* se observa un alto consumo de frutos maduros. *Sturnira ludovici* consumió preferentemente frutos maduros, especialmente en *Solanum nigricans*, del cual consumieron 54 gramos de frutos maduros, diez veces más que de los frutos inmaduros. Para *Dermanura tolteca* solo se tienen datos de un experimento, donde consumió menos de un gramo de frutos inmaduros (Cuadro 7).

Cuadro 7. Consumo de frutos en gramos por *Sturnira ludovici* y *Dermanura tolteca* en pruebas de madurez. Las abreviaturas de los frutos son las mismas que las presentadas en el cuadro 2.

Especies		Consumo gr.	N	n	F	P	Preferencia
Murciélagos	Fruto	M / I					
<u><i>Sturnira ludovici</i></u>	<u>S. n.</u>	54.0 / 5.43	5	59.43	5.806	0.015	Maduros > Inmaduros ✓
	<u>S. a.</u>	40.2 / 7.4	6	47.6	5.851	0.015	Maduros > Inmaduros ✓
	<u>C. v.</u>	27.0 / 1.1	5	28.1	7.258	0.007	Maduros > Inmaduros ✓
<u><i>Dermanura tolteca</i></u>	<u>S. n.</u>	0.0 / 0.7	1	0.7	1.0	0.317	Maduros = Inmaduros

N= número de experimentos, n= consumo total, K= Número de clases, F= resultado de la prueba de Kruskal-Wallis., P= probabilidad asociada, ✓ Pruebas significativas, <0.05.

**- Consumo en gramos para las pruebas de selección de especies.**

Se tomo el peso de cada especie de frutos ofrecido por experimento. No en todos los experimentos se tienen los datos de peso, por lo que en algunos casos el número de experimentos es menor que en los cuadros 5 y 6. Con *Sturnira ludovici* se

observa un comportamiento similar al del cuadro 5, donde existe una clara preferencia de frutos y el mas preferido es el de Solanum nigricans. Con Dermanura tolteca se observa preferencia por los frutos de Conostegia volcanelis y despues por los de Solanum nigricans. Para las otras dos combinaciones se tienen uno y dos experimentos, por lo que se sugiere realizar mas experimentos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Consumo de frutos en gramos realizado en las pruebas de selección entre especies de frutos por Sturnira ludovici y Dermanura tolteca. Las abreviaturas de los frutos son las mismas que las presentadas en el cuadro 2.

Especies	Consumo gr.	N	n	F	P	Preferencia
<u>Sturnira ludovici</u>						
<u>S. n.</u> / <u>S. a.</u>	63.6 / 23.2	6	86.8	1.859	0.172	<u>S. n.</u> = <u>S. a.</u>
<u>S. n.</u> / <u>S. ap.</u>	7.9 / 0.0	1	7.9	1.0	0.317	<u>S. n.</u> = <u>S. ap.</u>
<u>S. n.</u> / <u>C. v.</u>	65.7 / 2.7	5	68.4	7.258	0.007	<u>S. n.</u> > <u>C. v.</u> ✓
<u>S. n.</u> / <u>D. a.</u>	86.0 / 4.0	5	90.0	8.64	0.003	<u>S. n.</u> > <u>D. a.</u> ✓
<u>S. a.</u> / <u>C. v.</u>	8.9 / 4.9	5	13.8	0.608	0.435	<u>S. a.</u> = <u>C. v.</u>
<u>C. v.</u> / <u>D. a.</u>	36.1 / 0.6	5	36.7	7.258	0.007	<u>C. v.</u> > <u>D. a.</u> ✓
<u>Dermanura tolteca</u>						
<u>S. n.</u> / <u>D. a.</u>	7.0 / 0.0	2	7.0	2.666	0.102	<u>S. n.</u> > <u>D. a.</u>
<u>S. n.</u> / <u>C. v.</u>	20.2 / 53.6	5	53.6	2.469	0.116	<u>S. n.</u> < <u>C. v.</u>
<u>S. n.</u> / <u>S. a.</u>	0.0 / 19.4	1	19.4	1.0	0.317	<u>S. n.</u> < <u>S. a.</u>

N= número de experimentos, n= número de visitas, K= Número de clases, F= resultado de la prueba de Kruskal-Wallis., P= probabilidad asociada, ✓= Pruebas significativas, <0.05.

## Visitas a los diferentes niveles de la rejilla:

### - Visitas a los niveles de la rejilla en los experimentos con frutos maduros/frutos inmaduros.

Con Sturnira ludovici se observo que para los murciélagos es más importante el estado de los frutos ofrecidos en cada posición, y no la altura a la que fueron ofrecidos. Se observo que para las tres especies de murciélagos el promedio de visitas analizando por nivel y experimento es mayor para los frutos maduros (Cuadro 9).

Cuadro 9. Promedio de visitas realizadas por los murciélagos entre los niveles y en total a todos los niveles juntos, en las pruebas de madurez de los frutos.

Madurez	$\Sigma$	N	$\bar{X}$ visitas por nivel	$\bar{X}$ visitas por experimento
<u>Sturnira ludovici</u>				
Frutos maduros	108	16	21.0 ± 5.15	6.75 ± 3.62
Frutos inmaduros	14	16	3.0 ± 1.22	0.87 ± 1.2
<u>Sturnira lilium</u>				
Frutos maduros	15	5	3.0 ± 2.12	3.0 ± 3.31
Frutos inmaduros	3	5	0.6 ± 0.54	0.6 ± 0.54
<u>Dermanura tolteca</u>				
Frutos maduros	48	7	9.8 ± 2.68	6.86 ± 3.80
Frutos inmaduros	4	7	0.6 ± 0.55	0.57 ± 0.49

$\Sigma$  = total de visitas a la especie por especie de fruto, N = número de experimentos realizados.

Se comparó el número de visitas realizadas por este murciélago a los frutos maduros de las tres especies ofrecidas, se comparo solo en maduros por que la visita frutos inmaduros fue mucho menor; el número de visitas por nivel es muy similar (Figura 14). No existen diferencias significativas en el número de visitas realizadas a los frutos maduros en los niveles de la rejilla ( $n = 105$ ,  $\chi^2 = 5.04$ ,  $P < 0.05$ ).

**- Visitas a los niveles en las pruebas de selección entre especies de frutos.**

Para analizar la preferencia por especie de fruto se comparó el número de frutos consumidos por murciélago con los diferentes frutos ofrecidos con los datos por especie de fruto. Se observa que el promedio de visitas realizadas por cada especie de murciélago en los niveles y por experimentos en las pruebas con Sturnira ludovici es mayor para Solanum nigricans, siendo menor para Solanum aphyodendron y Conostegia volcanalis y mucho menor para Solanum appendiculatum y Dendropanax arboreus. Para los experimentos con Dermanura tolteca, los mayores promedios están en Conostegia volcanalis. Se observó que para los murciélagos fue más importante qué fruto se colocó en cada posición, y no a la altura a la que fueron ofrecidos (Cuadro 10). Se comparó el número de visitas realizadas a las diferentes especies de frutos por Sturnira ludovici (Figura 15) y Dermanura tolteca (Figura 16). No existen diferencias significativas en las visitas realizadas por Sturnira ludovici a los frutos de Solanum nigricans ( $n = 160$ ,  $\chi^2 = 0.76$ ,  $P < 0.05$ ), S. aphyodendron ( $n = 58$ ,  $\chi^2 = 1.46$ ,  $P < 0.05$ ) y Conostegia volcanalis ( $n = 55$ ,  $\chi^2 = 2.72$ ,  $P < 0.05$ ). Tampoco hay diferencias en las visitas realizadas por Dermanura tolteca a los frutos de Solanum nigricans ( $n = 15$ ,  $\chi^2 = 4.65$ ,  $P < 0.05$ ), S. aphyodendron ( $n = 14$ ,  $\chi^2 = 5.28$ ,  $P < 0.05$ ) y Conostegia volcanalis ( $n = 27$ ,  $\chi^2 = 0.59$ ,  $P < 0.05$ ).

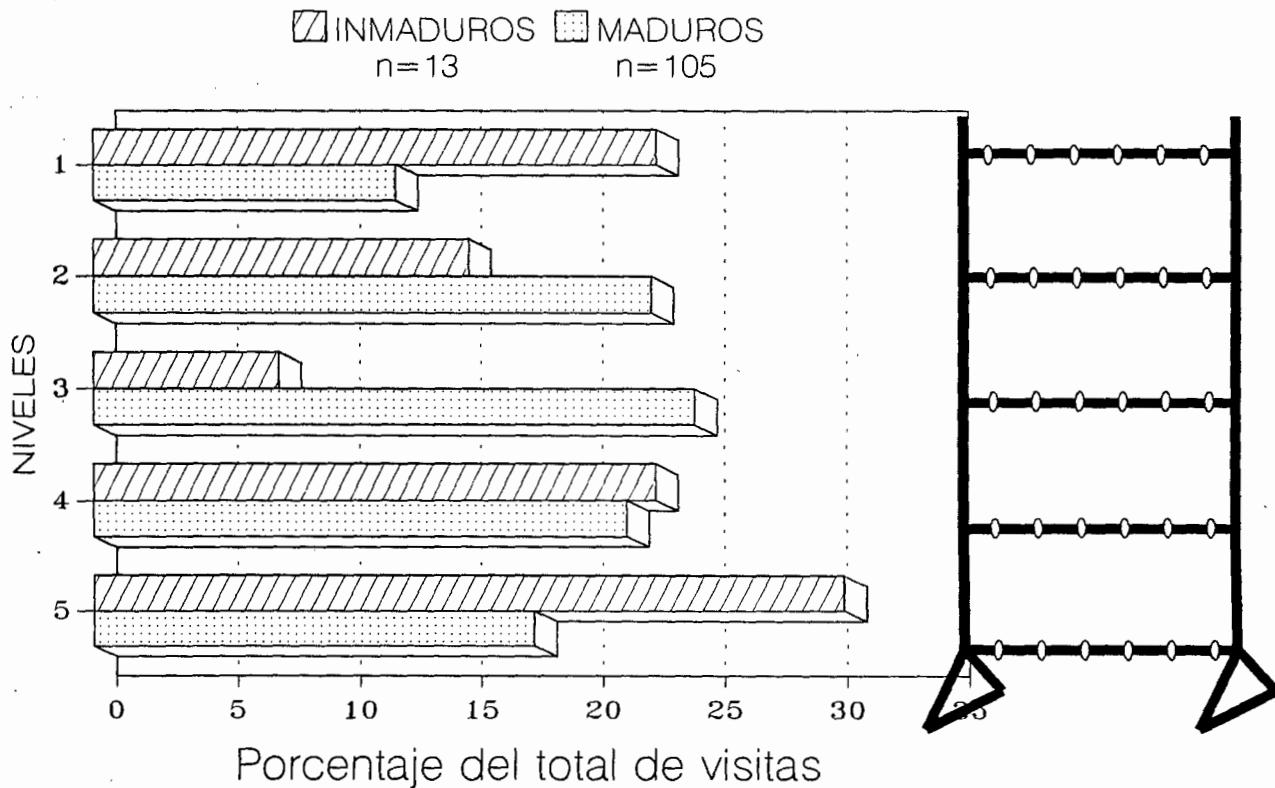


Figura 14. Frecuencia de visitas a los diferentes niveles de la rejilla realizadas por *Sturnira ludovici*, en las pruebas de madurez.

n=número de visitas.

Cuadro 10. Promedio de visitas realizadas por los murciélagos entre los niveles y en total a todos los niveles juntos, en las pruebas entre especies de frutos. Las abreviaturas de los frutos son las mismas que las presentadas en el cuadro 2.

Especies		$\Sigma$	N	$\bar{X}$ Visitas especie / nivel	$\bar{X}$ Visitas sp./experimentos.
Murciélagos	Frutos				
<u>Sturnira ludovici</u>	<u>S. n.</u>	160	23	32.0 ± 2.45	6.75 ± 4.77
	<u>S. a.</u>	54	16	11.6 ± 2.07	3.01 ± 3.75
	<u>S. ap.</u>	0	10	0.0	0.0
	<u>C. v.</u>	55	15	11.0 ± 2.74	3.67 ± 4.43
	<u>D. a.</u>	2	12	0.04 ± 0.89	0.17 ± 0.39
<u>Dermanura tolteca</u>	<u>S. n.</u>	13	10	3.0 ± 1.87	1.3 ± 1.83
	<u>S. a.</u>	14	1	2.8 ± 1.98	14
	<u>C. v.</u>	27	5	5.4 ± 0.89	5.4 ± 4.10
	<u>D. a.</u>	0	3	0.0	0.0

$\Sigma$  = total de vistas a la especie por especie de fruto, N = número de experimentos realizados.

#### Preferencia de Sturnira ludovici hacia algunos de los atributos físicos de Solanum nigricans.

En las pruebas realizadas para evaluar el olor con señuelos se observó la preferencia que presenta Sturnira ludovici sobre los señuelos impregnados de un machacado de Solanum nigricans es altamente significativa (Cuadro 11). Se observó la mayoría de los señuelos impregnados de machacado eran inclusive mordidos por los murciélagos, como si se tratara de frutos verdaderos. La selección que Sturnira ludovici realiza sobre los frutos agregados fue mayor que por los frutos solitarios,



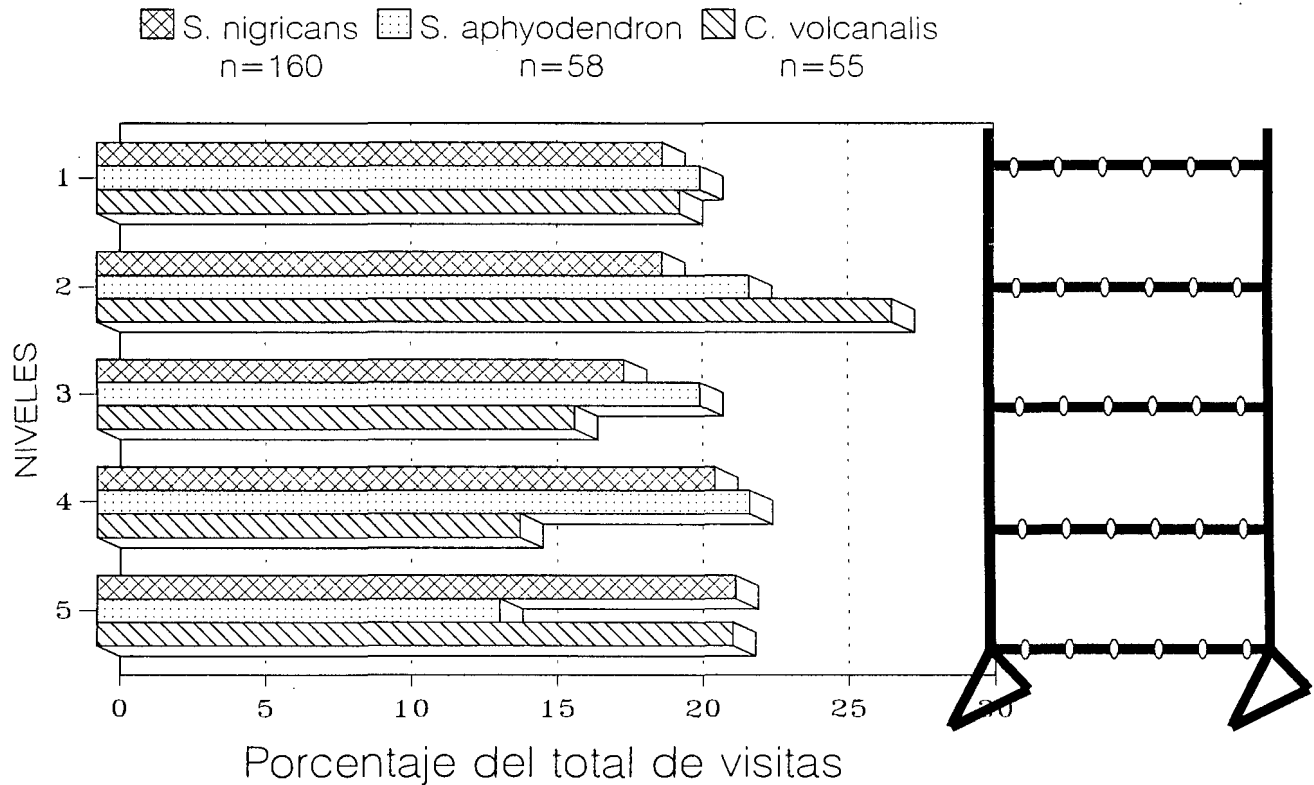


Figura 15. Frecuencia de visitas a los diferentes niveles de la rejilla realizadas por *Sturnira ludovici*, en las pruebas de selección entre especies.  
 n=número de visitas.

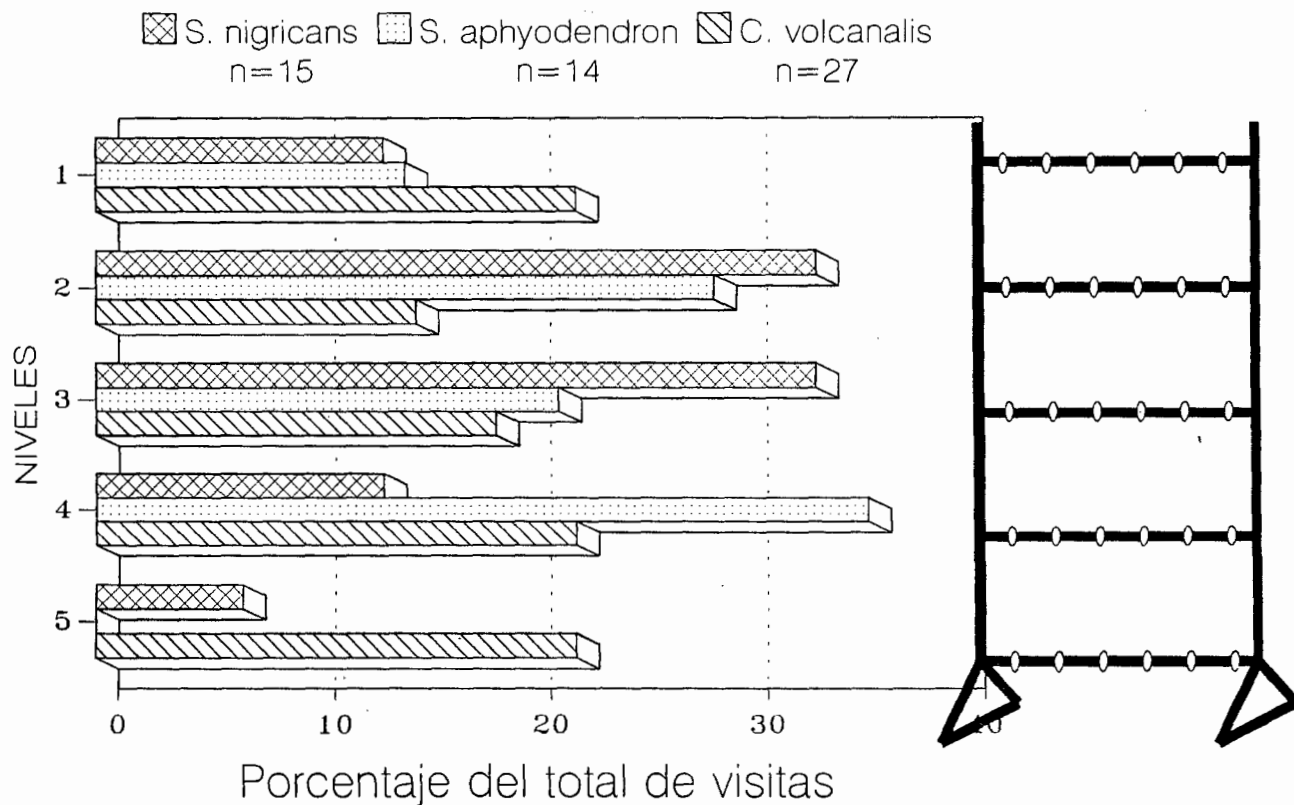


Figura 16. Frecuencia de visitas a los diferentes niveles de la rejilla realizadas por *Dermanura tolteca*, en las pruebas de selección entre especies.  
n=número de visitas.

pero estadísticamente hubo poca significancia. No hubo diferencias significativas en la preferencia de *Sturnira ludovici* sobre los frutos de diferente tamaño ni sobre la posición de estos en la rejilla (Figura 17).

Cuadro 11. Preferencia de *Sturnira ludovici* por los atributos físicos de los frutos de *Solanum nigricans*.

Características	Visitas	N	n	F	P	Preferencia
Con olor/Sin olor (sin rejilla)	50/ 6	6	56	8.049	0.004	Con olor > Sin olor ✓
Unico / agregado	1/18	5	19	2.358	0.125	Unico = Agregado
Pequeños / Grandes	12/19	5	31	0.544	0.461	Pequeños = Grandes
Erectos / Péndulos	15/17	5	32	0.125	0.723	Erectos = Péndulos
Con olor / Sin olor	0/ 0	6	0	---	---	No visitaron los señuelos

N = número de experimentos realizados, n = número de frutos visitados, P = probabilidad encontrada en las pruebas de Kruskal-Wallis, F = resultado de la prueba de Kruskal-Wallis, ✓ = pruebas con diferencias significativas, <0.05.

### Observaciones de conducta dentro de la jaula de vuelo.

Como parte de este trabajo, se documentaron algunos patrones de conducta de los murciélagos dentro de la jaula de vuelo, a nivel descriptivo. Esta información, aunque no directamente relacionada al tema, puede ser de utilidad en posteriores trabajos. Estos registros de conducta fueron realizados principalmente al inicio y al final del temporal de lluvias y ocasionalmente en noches despejadas en pleno temporal. Estos registros son limitados debido a la falta de equipo adecuado y se realizaron conforme lo permitían las condiciones climáticas, ya que si llovía no se podían realizar las observaciones.

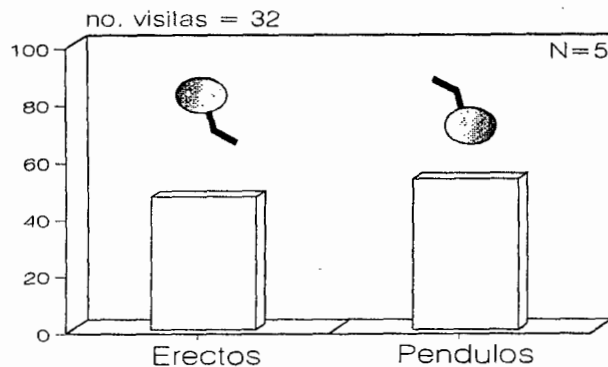
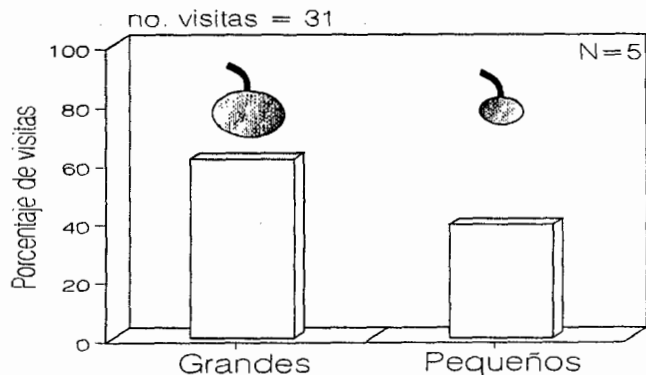
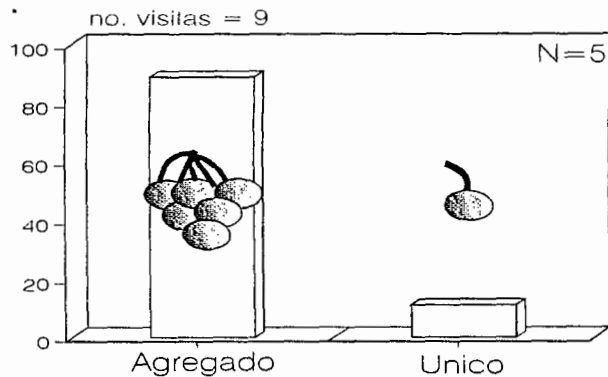
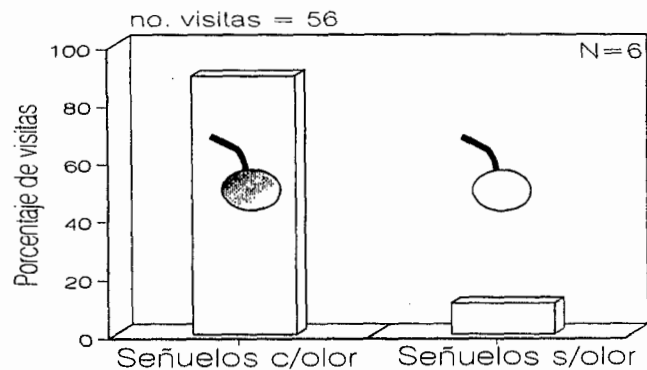


Figura 17. Visitas de *Sturnira ludovici* a los frutos y señuelos en las pruebas de olor, agregación, posición y tamaño de *Solanum nigricans*.

n= número de experimentos

Al iniciar los experimentos, los murciélagos realizaban recorridos a través de toda la jaula de vuelo. Durante los experimentos presentaron cortos períodos de mucha actividad durante los cuales revoloteaban por toda la jaula, visitaban la rejilla consumiendo frutos en su sitio o removiéndolos para después consumirlos en otro sitio de la jaula. Los murciélagos presentan rutas de vuelo que repiten gran número de veces, regresando al mismo sitio donde comenzaron. La mayor parte del tiempo permanecían en un sitio de la jaula descansando y acicalando su pelaje. En muchos experimentos se observó que consumían los frutos durante la primera media hora del experimento, permaneciendo inactivos después.

Los murciélagos consumían los frutos muy rápido y en pocos casos eran consumidos en su totalidad. Los murciélagos no pasaban de un fruto inmediatamente a otro en la rejilla, sino que realizaban un par de vuelos cortos dentro de la jaula antes de posarse sobre otro fruto. El fruto era olido y en ocasiones probado; si este no era de su agrado, repetían la misma operación hasta encontrar un fruto adecuado a su preferencia.

## DISCUSION:

Iniciamos la discusión con la descripción de algunos aspectos importantes observados en la realización de los experimentos en este estudio y el mantenimiento en cautiverio de los murciélagos:

Debido a que nuestros experimentos dependían de la abundancia de frutos maduros (e inmaduros en su caso), así como de la captura de murciélagos en las redes de niebla, los experimentos no se realizaron de manera secuencial. Asimismo, no en todas las combinaciones de frutos fue posible trabajar con cinco individuos. Sturnira ludovici fue el murciélago mas abundante durante el trabajo y mantenerlo en cautiverio durante cortos períodos de tiempo es relativamente fácil, ya que se adapta rápidamente a las condiciones de cautiverio y a la dieta ofrecida y no requiere de cuidados especiales, de tal manera que llegamos a tener individuos de esta especie en cautiverio y en buenas condiciones durante 22 días (Schöndube, comunicación personal). En cambio, Dermanura tolteca fue mas abundante al principio de las lluvias, y su frecuencia en capturas descendió conforme avanzó la temporada. Este es un murciélago difícil de mantener en cautiverio, ya que resultó ser muy sensible a los cambios de temperatura y sufre de estrés fácilmente, disminuyendo su actividad de vuelo, dejando de comer y entrando en un estado de torpor. El principal problema que tuvimos en el cautiverio, al principio de la temporada de lluvias, fue la fluctuación en la temperatura dentro del invernadero que era de hasta 30 °C en el transcurso del día. Este problema se corrigió con el uso de las fundas de cartón colocadas sobre las jaulas individuales y con una calefacción rústica colocada dentro del invernadero, que consistió en una lampara de gas que se mantenía encendida toda la noche. Durante la temporada de lluvias la fluctuación no fue tan drástica, así que el problema se redujo. En cuanto a la alimentación, la dieta ofrecida funcionó muy

bien durante los cortos períodos de cautiverio a los que se sometieron los murciélagos. Algo que fue muy importante en la alimentación fue el estado de la fruta; se requería de frutos completamente maduros para que los animales los aceptaran.

Durante los experimentos se observó que los murciélagos (principalmente *Sturnira ludovici*), tienden a ignorar a la persona que se encuentra dentro del invernadero y la iluminación artificial en la jaula de vuelo, ya que en muchos de los casos los murciélagos se posaban encima de la lámpara o cerca del observador, en sus períodos de descanso dentro de la jaula de vuelo. El comportamiento de los murciélagos dentro de la jaula de vuelo es muy similar a lo que se menciona en otros trabajos y al que se presenta en los individuos de una colonia de *Anoura geofroyii* que se mantiene en cautiverio dentro de las instalaciones del Zoológico Guadalajara (Kunz, 1988; Bonaccorso y Gush, 1987; observación personal). Pudimos observar que los murciélagos dentro de la jaula de vuelo presentan cortos períodos de actividad seguidos por largos períodos de inactividad en los que se acicalan o duermen, consumiendo los frutos individuales rápidamente y rara vez todo el fruto, comportamiento también descrito por Bonaccorso y Gush (1987) en experimentos similares dentro de jaulas de vuelo. Este patrón es parte importante de la conducta de forrajeo de los murciélagos frugívoros, ya que en los períodos de descanso el murciélago puede digerir las sustancias nutritivas de los frutos, excretando en vuelo y consumiendo más frutos en los siguientes períodos de actividad (Fleming, 1988; Bonaccorso y Gush, 1987; Kunz, 1988).

Los experimentos dentro de jaulas de vuelo son importantes para determinar si existe selectividad con respecto a los frutos que comen los murciélagos en condiciones naturales o si su dieta sólo es un índice de la abundancia proporcional de

los diferentes frutos, que refleja la disponibilidad de frutos en el ambiente. Los experimentos sobre selección que se realizan con aves y murciélagos nos pueden dar una idea aproximada de las preferencias que presentan estos animales en campo, ya que en la jaula de vuelo existen hasta cierto punto, condiciones similares al medio natural. Sin embargo, es difícil determinar y medir en campo los factores que afectan la selección de frutos hecha por estos animales debido a la complejidad y variabilidad de los factores que influyen en su decisión (Fleming, 1988, Moermond y Denslow, 1985).

Se observó que Sturnira ludovici presenta básicamente dos técnicas para consumir los frutos ofrecidos de las diferentes especies:

- 1- Colgar encima del fruto, arrancarlo y descolgarse, para consumirlo en otra parte de la jaula.
- 2- Colgar cerca del fruto, tomarlo y consumirlo en el mismo lugar.

Estas técnicas son similares a las que describe Fleming (1988), para Carollia perspicillata. El observa diferencias muy claras en las técnicas utilizadas para cada fruto ofrecido. En cambio, en nuestras observaciones ambas técnicas son utilizadas por los murciélagos con cualquier especie de fruto. Esto pudiera deberse a que las especies que ofrecimos son similares en tamaño y forma, a diferencia del trabajo antes mencionado, donde se utilizaron frutos de diferentes tamaños y posiciones.

Se ha observado que los murciélagos frugívoros consumen frutos de especies que forman parte del dosel y del sotobosque de manera diferencial (Fleming et al., 1977), prefiriendo frutos que se localizan a diferentes alturas en la vegetación. Por lo tanto, un factor importante en la conducta de forrajeo es la estructura de la



vegetación (Dinerstein, 1986). Sin embargo, en los experimentos realizados en la jaula de vuelo no se observó diferencia en el número de visitas realizadas a los diferentes niveles de la rejilla. Esto podría deberse a que la diferencia en altura de los diferentes niveles a los que se ofrecieron las frutas oscilan entre 35 y 170 cm, lo que no es suficiente para causar conducta diferencial por parte de los murciélagos. Las especies de solanáceas estudiadas presentan frutos en este rango de alturas, por lo que la falta de selectividad a este nivel asegura que todos los frutos pueden ser removidos. Para los murciélagos en nuestros experimentos es más importante la especie de frutos que se localiza en cada altura que la altura del mismo por sí sola.

Aunque se considera de manera general que la temperatura e iluminación ambiental y hora del experimento son factores que afectan los períodos de actividad de varios filostómidos (Fleming, 1988; Gardner, 1977), nosotros no encontramos una relación clara entre estos factores y el número de frutos consumidos dentro de la jaula de vuelo. Es posible que los murciélagos que habitan dentro de bosques con dosel cerrado, donde estos factores no varían tanto, no presenten conductas acentuadas de evitar ciertas condiciones más adversas en otro contexto, como podrían ser las áreas abiertas. Los picos de actividad de los murciélagos frugívoros se presentan al principio de la noche; algunos tienen dos picos, uno al principio y otro al final de la noche (Fleming, 1988; Iñiguez Dávalos, 1993). En los experimentos, se colocaban los murciélagos dentro de la jaula, sin haber consumido alimento desde el atardecer, por lo que los murciélagos satisfacían su apetito sin importar la hora de la noche, y manteniendo la preferencia hacia alguno de los frutos ofrecidos.

Se observa, de manera general, que los animales frugívoros prefieren consumir frutos maduros, debido a que estos presentan cambios metabólicos que benefician a los consumidores, como el reblandecimiento de tejidos y la acumulación de azúcares

y ácidos orgánicos de bajo peso molecular; asimismo existe una concentración y liberación de sustancias volátiles que confieren al fruto un aroma característico. También, en algunas especies, se pierden o degradan compuestos secundarios tóxicos o desagradables para los animales, que evitan la depredación y la dispersión de semillas inmaduras (Larcher, 1975; Fleming, 1988). El estado de sus componentes puede facilitar la asimilación de los nutrimentos por el animal y el olor puede ser un factor importante para su identificación en campo; todos estos factores provocan que los murciélagos solo consuman frutos con semillas maduras, que tienen mayor probabilidad de mantener las poblaciones de la especie de planta. El proceso de maduración diferencial de los frutos está controlado por la planta, lo cual tiene un efecto sobre los patrones de depredación y dispersión. Se ha observado que los frutos de algunas solanáceas y piperáceas no maduran todos al mismo tiempo, sino que solo lo hacen unos pocos cada noche por planta, lo que provoca que los murciélagos vuelen en el bosque y entre parches de vegetación buscando los frutos y asegura que las semillas no sean depositadas debajo de la planta de donde proceden, aumentando la eficiencia de la dispersión (Fleming, 1988, Fleming y Sosa, 1994). Todo lo anterior apoya nuestras observaciones de preferencia por frutos maduros por los murciélagos frugívoros de la ECLJ.

Entre los frutos de las distintas especies, y aun dentro de la misma especie, existe gran variabilidad en el grado de madurez, consistencia, composición, tamaño y otros atributos físicos. Cuando los murciélagos eligen el fruto que van a consumir, no lo hacen de manera aleatoria, sino que seleccionan los frutos que consumen, con base en factores intrínsecos y extrínsecos (Bonaccorso y Gush, 1987; Fleming, 1977, 1988, Fleming y Sosa, 1994). En la jaula de vuelo se observó que los murciélagos consumen los frutos de manera diferencial en los experimentos de preferencia de frutos con olor. Se manifiesta una tendencia similar, pero no significativa, con la

agregación, y no hubo una clara preferencia en las pruebas de tamaño y posición. Esto posiblemente indica que estas características no son tan importantes en la imagen de búsqueda de los murciélagos dentro del bosque mesófilo (Fleming, 1988; Thomas, 1988).

Se ha observado una estrecha relación entre los frutos de las solanáceas, y Sturnira ludovici, principalmente con Solanum nigricans y Solanum aphyodendron (Schöndube, 1994; Iñiguez Dávalos, 1996). El olor de los frutos es una característica que los murciélagos frugívoros de la subfamilia Stenoderminae pueden percibir a larga distancia, ya que tienen mejor desarrollado el olfato que otros murciélagos y les permite identificar con mayor rapidez arbustos de las especies que consumen (Gardner, 1977). La agregación de frutos es conveniente para los visitantes ya que encuentran más frutos con menos esfuerzo y disminuye el riesgo de depredación, aumentando también la concentración del olor, por lo tanto la posición y tamaño de los frutos pasan a un segundo plano en la conducta de forrajeo de los murciélagos frugívoros.

Sturnira ludovici presentó un orden de selección entre los frutos ofrecidos. Aparentemente prefiere consumir frutos de Solanum nigricans, S. aphyodendron y Conostegia volcanalis, en este orden. Los frutos de Solanum appendiculatum y Dendropanax arboreus presentaron un consumo mínimo; sin embargo, esto posiblemente se relacione con su poca abundancia durante el año en que se realizaron los experimentos (Iñiguez Dávalos, comunicación personal). El patrón general que se evidencia en nuestros resultados es que Sturnira ludovici prefiere consumir frutos de vegetación secundaria, como son las solanáceas en el bosque mesófilo de montaña.

Dermanura tolteca fue el segundo murciélago en abundancia de número de individuos durante el período de muestreo, pero aun así fue bajo el número de murciélagos capturados. Aunado esto a la dificultad de mantenerlo en cautiverio, motivó que se realizaran pocas pruebas sobre su preferencia alimentaria dentro de la jaula de vuelo. El patrón observado es que esta especie prefiere consumir frutos de vegetación de etapas sucesionales intermedias en este caso Conostegia volcanalis. El patrón encontrado para ambas especies de murciélagos es similar a lo encontrado por Dinerstein (1986) en Costa Rica.

Siguiendo los modelos de forrajeo óptimo de selección, en relación a las pruebas dicotómicas de preferencia (Heller, 1980, citado en Stephens y Krebs, 1986) y con base en los resultados de este y otros trabajos en la ECLJ podemos considerar que Sturnira ludovici se especializa en consumir frutos de solanáceas, y de manera importante, dentro del bosque mesófilo de montaña del occidente de México, los de Solanum nigricans (Schöndube, 1994; Iñiguez Dávalos, 1996). Este es un fruto que se encuentra ampliamente distribuido en el medio y es de alta calidad nutricional. Después de consumir esta especie es posible que actúe como generalista, consumiendo otras especies menos redituables para él, pero que son encontradas ocasionalmente y están disponibles durante la temporada de lluvias en la ECLJ.

## CONCLUSIONES:

- Sturnira ludovici tiene un orden de preferencia en los frutos probados en este trabajo, encabezado por los frutos de Solanum nigricans, que es una especie característica del sotobosque de bosque mesófilo de montaña, el bosque de pino y las áreas perturbadas adyacentes a este. En cambio, Dermanura tolteca prefiere frutos de Conostegia volcanelis, que es un árbol del subdosel del bosque mesófilo de montaña.

- El olor de los frutos de Solanum nigricans es importante en la conducta de forrajeo de Sturnira ludovici. La agregación de frutos también parece tener algún efecto, no así la posición o el tamaño de los frutos ofrecidos.

- En nuestros experimentos, las condiciones ambientales de temperatura, iluminación y hora en que se realizó el experimento, no afectaron el número de frutos consumidos por los murciélagos.

- Para los murciélagos fue importante que el fruto era colocado en cada posición de la rejilla y no a la altura que este se encontraba dentro de la misma.

- Sturnira ludovici y Dermanura tolteca prefieren consumir frutos maduros de las especies ofrecidas.

- Los datos obtenidos dentro de la jaula de vuelo son complementarios con información de abundancia de murciélagos y frutos a través del tiempo, reutilización, remoción, y germinación de semillas (Iñiguez Dávalos, 1994; Shōndube, 1994), que nos ayudan a interpretar lo que pasa en condiciones de cautiverio.

## BIBLIOGRAFIA:

- Bonaccorso, F.J. y S. R. Humprey. 1984. Fruit bat niche dynamics: their role in maintaining tropical forest diversity. Tropical Rain Forest: The Leeds Symposium, pp. 169-183.
- Bonaccorso, F.J. y T.J. Gush. 1987. Feeding behaviour y foraging strategies of captive phyllostomid fruit bats: an experimental study. Journal of Animal Ecology, 56: 907-920.
- Brewer, R. 1988. The science of Ecology. Saunders College Publishing. New York. . 515 pp.
- Charles-Dominique, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates y pioneer plants: Cecropia, birds y bats in French Guyana. Pp. 119-135. En: Frugivores y seed dispersal (A. Estrada y T.H. Fleming eds.). Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. 392 pp.
- Cuevas, G.,R. 1994. Flora de la Estación Científica Las Joyas. Jalisco, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 133 pp.
- Dinerstein, E. 1986. Reproductive Ecology of fruit bats y the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. Biotropica, 18(4):307-318.
- Fleming, T.H., E.R. Heithaus y W.B. Sawyers. 1977. An experimental analysis of the food location behavior of frugivorous bats. Ecology, 58:619-627.

- Fleming, T.H. 1986. Opportunism versus specialization: the coevolution of feeding strategies in frugivorous bats. pp. 105-108. En: Frugivores y seed dispersal (A. Estrada y T. H. Fleming, eds.). Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. 392 pp.
  
- Fleming, T.H. 1988. The short-tailed fruit bat. A study in plant-animal interactions. The University of Chicago Press. Chicago, U.S. A. 365 pp.
  
- Fleming, T.H. 1991. Body size, diet, y habitat use in frugivorous bats, genus Carollia (Phyllostomidae). Journal of Mammalogy, 72(3):493-501.
  
- Fleming, T.H. 1992. How do fruit y nectar-feeding birds y mammals track their food resources? pp. 359-391. En: Effects of resource distribution on animal-plant interactions. Hunter D.M., T. Ohgushi y P.W. Price (eds.). Academic Press, Inc. 505 pp.
  
- Flemig, T.H. y V.J. Sosa. 1994. Effects of nectarivorous y frugivorous mammals on reproductive success of plants. Journal of Mammalogy, 75(4):845-851.
  
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO) y Universidad Nacional Autónoma de México.
  
- Flores-Crespo, R., S.B. Linhart, R.J. Burns, y G.C. Mitchell. 1972. Foraging behavior of the common vampire bat related to moonlight. Journal of Mammalogy, 53(2):366-368.

- Fujita, M.S. y M.D. Tuttle. 1991. Flying foxes (Chiroptera: Pteropodidae): threatened animals of key ecological y economic importance. *Conservation Biology*, 5(4): 455-463.
- Gardner, A.L. 1977. Feeding habits. pp. 293-350 En: *Biology of the New World Phyllostomidae. Part. III* (R. J. Baker, J. K. Jones y D. C. Carter eds.) Special Publications, The Museum Texas Tech University, 16:409-441.
- Goodwin, E.R. 1979. The Ecology of Jamaican Bats *Journal of Mammalogy*, 51(3):571-579.
- Heithaus, E.R.; T.H. Fleming y P.A. Opler. 1975. Foraging patterns y resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56:841-854.
- Howe, H.F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds y mammals. P.p. 123-139. En: *Seed dispersal* (Murray, D. R., ed.). Academic Press, Australia.
- Humphrey, S.R. y F.J. Bonaccorso. 1979. Population y community Ecology. En: *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. part III.* (R. J. Baker, J. K. Jones y D. C. Carter eds.) Special Publications, The Museum Texas Tech University. 16: 409-441.
- Iñiguez Dávalos, L.I. 1987. Quiropteros de la Sierra de Manantlán determinación de especies y su distribución altitudinal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. 92 pp.



- Iñiguez Dávalos, L.I. 1993. Patrones ecológicos de la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán, Jalisco. 355-370 pp. En: Avances en el estudio de los mamíferos de México. (R. Medellín y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México. 464 pp.
- Iñiguez Dávalos, L.I. 1994. Murciélagos frugívoros del bosque mesófilo de montaña: patrón reproductivo y producción de frutos. En: Memorias de la "International Meeting of the Society for Conservation Biology y the Association for Tropical Biology", 7-17 June 1994. Página 178. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 206 pp.
- Iñiguez Dávalos, L.I. 1996. Patron reproductivo de dos especies de murciélagos frugívoros y su relación con la disponibilidad de alimento en el bosque mesófilo de Montaña. En: Memorias del tercer Congreso Nacional de Mastozoología, 13-15 de marzo de 1996. Pagina 72. Universidad de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 112 pp.
- Iñiguez Dávalos, L.I. y E. Santana. 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. 65-86 pp. En :Avances en el estudio de los mamíferos de México. (R. Medellín y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. 464 pp.
- Jardel, P.E. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia* 22: 9-26.

- Jardel, P.E. (Coord). 1992. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Editorial Universidad de Guadalajara. 312 pp.
- Kunz, T.H. 1982. Ecology of bats. Plenum Publishing Corporation. 427 pp.
- Kunz, T.H. (edit) 1988. Ecological and behavioral methods for the study of bats. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 533 pp.
- Kricher, C.J. 1990. A neotropical companion. An introduction to the animals, plants y ecosystem of the New World tropics. Princenton University. 358 pp.
- Larcher, W. 1975. Physiological plant ecology. Springer-Verlag. New York. 525 pp.
- Martínez R., L.M.; J.J. Sandoval L. y R.D. Guevara G. 1991. El clima de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México y su área de influencia. Agrociencia, Serie Agua-suelo-clima. 2(4):107-119.
- McGregor S.E., S.L. Alcorn, y G. Olin. 1962. Pollination y pollinating agents of the Saguaro. Ecology, 43(2):259-267.
- Moermond, C.T. y J.S. Denslow. 1985. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology y nutrition, with consequences for fruit selection. Ornithology Monograph. 36: 865-897.
- Morrison, W.D. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. Oecologia (Berl.), 45:270-273.

- Muñoz, M. E. 1992. Distribución de especies arbóreas del bosque Mesófilo de Montaña en la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. 102 pp.
- Ortiz, A.C. 1992. Banco de semillas del suelo en el Bosque Mesófilo de Montaña de Las Joyas, Sierra de Manantlán Estado de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. 85 pp.
- Orozco-Segovia, A.C., Vazquez-Yanes, M.A. Armella y N. Correa. 1985. Interacciones entre una población de murciélagos de la especie Artibeus jamaicensis y la vegetación del área circundante, en la región de los Tuxtlas, Veracruz. Pp. 365-377. En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, Vol. II. (A. Gómez-Pompa y S. del Amo, eds.). Instituto Nacional de Investigación de los Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz. 412 pp.
- Pianka, R.E. 1978. Evolutionary Ecology. Second edition. Harper & Row, Publishers. 328 pp.
- Puig, H. y R. Bracho (eds). 1985. El bosque Mesófilo de montaña en Tamaulipas. Instituto de Ecología. México, D. F. 186 pp.
- Quintero, A.L., D. Esponda O. y L.M. Martínez R. 1988. Levantamiento geológico de la Estación Científica Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. 56 pp.

- Rieger, F.J. y Jakob M.E. 1988. The use of olfaction in food location by frugivorous bats. *Biotropica* 20(2): 161-164.
- Rzedowsky, J. 1978. *Vegetación de México*. ED. LIMUSA, México, 432 pp.
- Sosa, V.J. y H. Puig. 1985. Regeneración del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña. En: *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Puig H. y R. Bracho (eds.). Instituto de Ecología. México, D.F. 186 pp.
- Stephens, D.W. y J.R. Krebs. 1986. *Foraging theory*. Princenton University Press. Princenton, New Jersey. 247 pp.
- Schöndube F., J.E. 1994. Interacciones entre *Sturnira ludovici* (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) y plantas del bosque mesófilo de montaña en la sierra de Manantlán, Jalisco, México: una aproximación mutualista. 114 pp.
- Thomas, W.D. 1988. Analysis of diets of plant-visiting bats. 211-220 pp. En: *Ecological y behavioral methods for the study of bats*. (Thomas H. Kunz ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 533 pp.
- Toledo, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 81:17-30.
- Van der Pijl. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. Third ed. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. New York. 215 pp.

-Vázquez-Yanes, C., A. Orozco, G. Francois; y L. Trejo. 1975. Observations on seed dispersal by bats in a tropical humid region in Veracruz, México. *Biotropica*, 7(2):73-76.

-Waddinsfton, K.D. y L.R. Holden. 1979. Optimal foraging: on flower selection bees. *American Naturalist*, 114(2): 179-196.

ANEXO 1.

Hoja de campo experimentos de selección de frutos por murciélagos.

Fecha: \_\_\_\_\_ Número de experimento: \_\_\_\_\_

**\*\* Datos del murciélago**

Especie de murciélago: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Edo. reproductivo: \_\_\_\_\_ Longitud del antebrazo: \_\_\_\_\_

**\*\* Datos del experimento**

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de terminación: \_\_\_\_\_

Temperatura ambiental: \_\_\_\_\_ Iluminación ambiental: \_\_\_\_\_

Especie de fruto o característica 1: \_\_\_\_\_

Especie de fruto o característica 2: \_\_\_\_\_

Número de frutos visitados.

Especie 1: \_\_\_\_\_ Especie 2: \_\_\_\_\_ Total: \_\_\_\_\_

Consumo de frutos en gramos.

Especie1: \_\_\_\_\_ Especie2: \_\_\_\_\_ Total: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Posiciones en la rejilla:**

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

Fruto colocado en cada posición: Especie 1= **A**; especie2= **B**.

Registro de visitas: No visita= **0**; visita= **1**; remoción= **2**.