

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS



T E S I S

**Hábitos Alimentarios de Murciélagos Urbanos como
Herramienta para su Conservación en
Ensenada, Baja California, México.**

Que para obtener el Grado de

**Maestro en Ciencias en
Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas**

PRESENTA:

Nazdry Ivette Briones Escobedo

Ensenada, Baja California

Diciembre 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

Hábitos Alimentarios de Murciélagos Urbanos como
Herramienta para su Conservación en
Ensenada, Baja California, México.

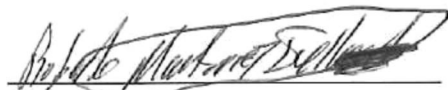
TESIS

Que para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias en
Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

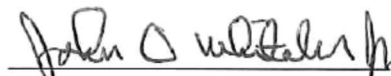
PRESENTA:

Nazdry Ivette Briones Escobedo

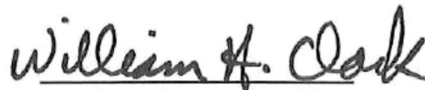
Aprobada por :



Dr. Roberto Martínez Gallardo
Director



Ph.D. John O. Whitaker Jr.
Co-Director



M.C. William H. Clak
Sinodal

Dedicada:

A ti Dios Padre,

*que me llevaste en brazos cuando mis piernas
perdieron las fuerzas,
y me enseñaste que caminar de tu mano
es la mayor bendición.*

A Usted Profr. Romualdo Villarreal González...

*Propulsor de mi lucha constante
para convertir mis sueños en realidades;
gracias por confiar en mi fortaleza.
Sé que desde el cielo...
está siempre alentando mi espíritu.*

MIL GRACIAS ...

A ti Papa: Por estar siempre debajo de la cuerda floja, por desvelarte por mí desde que era niña, por tu mano dura y enérgica cuando fue necesario y que me convirtió en lo que ahora soy. Por haberme educado con tu impecable ejemplo y brindarme tu sabiduría sin medida. Pero sobre todo por haberme dado el mejor regalo... el amor de un padre, amigo y maestro. Te quiero con todo mi corazón “McKoy”.

A ti Madre: Por toda una vida de cuidados y desvelos, por haberme inculcado los valores que han sido la pauta de tu vida haciéndote una admirable y gran mujer, la cual espero ser también siguiendo tu ejemplo. Gracias por ser la embajadora terrenal de Dios, por ser el pilar de esta maravillosa familia, y por hacer que todos los días valgan la pena. “Kitina”..Te quiero con toda mi alma.

A mis hermanos Mark “perrucho” y Edna “Ernia”, por haber padecido del síndrome “hermana mayor”. Gracias por ser parte de mis mejores recuerdos cuando compartimos nuestra infancia, haber crecido y aprendido juntos. Y aunque ya no jugemos más como antes, siguen siendo parte fundamental en mi vida. Gracias por sus “porras” y por su apoyo en los momentos malos y en los peores. Los quiero muchísimo....no los cambiaría por nada del mundo.

A la nueva chispita en la familia que hace que hasta en los cielos mas nublados salga un rayito de sol, a ti mi adorada Valeria. Gracias Bris por darnos este angelito y bienvenida a esta familia.

Al Ph.D Felipe San Martín, a la Biol. Lucrecia Alanís, a la M.C. Mary Conchis, al M.V.Z Ernesto Sandoval y a las Profesoras Paulita Garza y Yolanda Rincón por sus valiosos consejos y apoyo durante estos años. Por enseñarme que las cosas que valen la pena cuestan mucho pero que al final del camino esta la recompensa y en el trayecto las buenas personas y los amigos lo hacen mas fácil de transitar. Gracias por ayudarme a labrar mi camino.

A mis abuelos Juan, Maria, Natalia y Lupe por haberme dado unos padres maravillosos y por estar siempre pendientes y entusiastas de mis logros. Gracias por todas sus muestras de cariño y oraciones para bendecirme y cuidarme. Que Dios me los conserve con salud muchos años mas... los quiero.

A mis Tios Luis, Nando, Lola, Janette, Carmen, “Wichy”, “Merry”, “Romila”, por todos los momentos alegres de mi niñez y por haberme guiado siempre por el camino de los valores, el trabajo, la constancia. Muchas gracias por haber hecho en vez de mis papas y espero que estén orgullosos de la labor que hicieron conmigo. Jamás los voy a defraudar!

A mis queridísimas primas Rossy, Betty, Tinty e Iris. Mis niñas...gracias por todas las locuras, aventuras, emociones, tristezas y éxitos que hemos vivido. Gracias por ser como mis hermanas y por estar siempre pendientes de mí. Mil bendiciones para ustedes.

A mis dos grandes hermanas de toda la vida Karina “flakita” y Ana Laura “Anis”; esto no bastaría para agradecerles sus sabios consejos y sus hombros para llorar. No saben cuanto las extraño y las necesito. Me enorgullece como han sacado la “casta” en los momentos difíciles y verlas tan exitosas, conservando los sueños como cuando éramos unas adolescentes.

A mis grandes hermanos Rubén “Chemin”, Eira “Chiquis”, Aldo “Cadillo” y Abraham “Pablito” por haber formado parte de esta historia, por cuidarme y regañarme cuando fue necesario. Por las farras, lágrimas, alegrías, decepciones, enojos y “misiones imposibles” que pasamos. Siempre van a estar en mi corazón y créanme que ha sido toda una bendición haberlos conocido, los quiero muchísimo.

A mi súper comadre “Teresin” por haberme brindado su amistad incondicional, alegría y franqueza, por su gran ayuda en la impresión de este trabajo, por los momentos en los que pretendíamos salvar al mundo y querer saberlo todo, por ayudarme a ser mejor persona y recobrar la fuerza cantándome “nenita chillona”, y simplemente porque somos el “duo dinámico”.

A los amigos con los que compartí momentos padrísimos y que siempre estarán en mi corazón: Karla, Lacho, Vero, Cesar, Celeste, Ramón, Ezequiel, Juan Carlos “Flakin”, Héctor “Sandartito”, Steephen, Raquel, Cesar “Cimarrano”, Alain y Claudia, Pery, Ale, a los Romeos “Sonora” y “Chiapas”, Bernardino “Greñas”, Jatzire. Dios los Bendiga!

Quiero agradecer enormemente:

A mi director de tesis, **Dr. Roberto Martínez**. Gracias Doc por haber confiado en mí y por hacer que esta meta haya sido cumplida; por los “jalones de orejas”, por haber aguantado mi mal genio y mis berrinches, por haberme ayudado a recobrar el camino o a trazar uno nuevo. Se que para usted son tiempos difíciles, pero recuerde que recibió un regalo del cielo y hay que agradecer por ello. Esta pérdida no es posible reemplazarla y sanar lleva tiempo, voluntad y ayuda de los amigos... Doc, sabe que no esta solo y que esta su necia y latosa alumna estará en el momento que necesite un hombro para llorar o simplemente para soltar una buena carcajada. Gracias por ser un gran amigo!.

Gracias al **Ph.D. John O. Whitaker Jr.** por haber compartido su experiencia, conocimientos y material bibliográfico. Ha sido un verdadero honor para mí haberle conocido y trabajar con usted. Muchas gracias por las valiosas aportaciones a este proyecto; por las revisiones y correcciones en la versión en inglés; pero sobre todo haberme permitido conocer y aprender de su gran sencillez y bondad que lo caracterizan. John mil gracias!

A **M.C. William H. Clark** por su valiosa colaboración y entusiasmo en este proyecto. Gracias por el tiempo dedicado, la literatura y material de campo proporcionados, por su participación e instrucción en el trabajo de campo y laboratorio; así como por sus acertadas sugerencias para enriquecer este trabajo. Ha sido un placer trabajar con usted!

Al **Ph.D Arnulfo Moreno Valdez**, que por circunstancias ajenas a su voluntad no pudo estar aquí; pero que agradezco de corazón sus consejos, sugerencias y aportaciones. Así; como el material bibliográfico facilitado y por haber sido el causante de mi “adicción” por los murciélagos.

Al **M.C. Miguel Ibarra Rivera** por permitirme participar en el proyecto “Análisis de Textura como herramienta para establecer estrategias de conservación de murciélagos basadas en sus hábitos alimentarios” financiado por la UABC; por estar siempre pendiente de mi desempeño y por sus ánimos.

A los compañeros y amigos que fueron parte fundamental en la realización del proyecto en salidas a “campo”, laboratorio, compartiendo información y experiencia: **Chava, Richie, Manuel, Aldo, Raúl Baptista, Fernando Moreno, Alex, Emma, Jaquelin y Fabiola**. Muchas gracias por sus desvelos y tiempo dedicado!

Al súper administrador del centro de cómputo de posgrado “**Panchin**” **Magaña** por su incondicional apoyo técnico y por alegrarme el día con su “Buena Onda”!

A todos los maestros de la MEZA por ser parte de mi formación y por haber participado con sugerencias y críticas útiles en este proyecto: **Ileana, Memo y Hugo**. Muchas gracias a **Claudia** por haberme apoyado cuando coordinadora en los dichosos trámites, por sus palabras de aliento y valiosas sugerencias.

A la **Indiana State University**, por la impartición del Curso-Taller “Food Habits Analysis” (Ph.D. Whitaker) y por facilitarme sus instalaciones, equipo de laboratorio y bibliografía para el análisis de las muestras.

Al **CICESE** por permitirme la consulta de la Colección Entomológica y de su reserva bibliográfica; así como a Daniela por su colaboración y asesoría.

A la **Delegación Estatal en Baja California de la SAGARPA** por la información proporcionada referente a cultivos y plagas de la región.

A las empresas: **Cablemas, Tecate, Angelinos, Las Cazuelas** y a la **CANACO** por su apoyo técnico y económico que permitieron concluir este proyecto.

A los Directivos de la Facultad de Ciencias por su colaboración y facilidades en los aspectos logísticos: **Dra. Nahara, Dr. Juan Tapia, M.C. Enrique Pérez**.

A mis queridísimas **Lulu, Bertita, Blanquita, Mimi y Claudia** por contagiarme todos los días con su alegría y amabilidad. Felicidades por hacer con amor su trabajo!.

Desde luego agradecer a todas las Instancias que me apoyaron económicamente para culminar satisfactoriamente la maestría: **CONACYT, Fundación TELMEX, Programa de Movilidad Estudiantil de la UABC,**

Un agradecimiento muy especial a los **habitantes de “Monte Mar”** por haberme permitido realizar mis colectas a altas horas de la noche, por colaborar comprometidamente con el proyecto y sobre todo por ayudar a conservar a los murciélagos poniendo en práctica lo sugerido por este trabajo.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1. Estado de conocimiento y conservación de la Quiroptero fauna de Baja California	3
2.2. Murciélagos en las ciudades.....	4
2.3. Descripción de la especie	6
2.3.1. <i>Eptesicus fuscus</i> , Murciélago Moreno	6
2.3.2. <i>Tadarida brasiliensis</i> , Murciélago de Cola Libre	7
o Murciélago Guanero	
2.4. Depredadores de los murciélagos.....	8
2.5. Hábitos de vuelo.....	9
2.6. Hábitos alimentarios.....	9
2.6.1. Hábitos alimentarios de <i>Eptesicus fuscus</i>	10
2.6.2. Hábitos alimentarios de <i>Tadarida brasiliensis</i>	10
2.7. Estrategias de alimentación.....	11
2.7.1. <i>Eptesicus fuscus</i>	13
2.7.2. <i>Tadarida brasiliensis</i>	13
2.7.3. Alimentación durante el Invierno.....	13
2.8. Interacción Ave-Murciélago	14
2.9. Posibles controladores de plagas.....	14
2.9.1. Insectos de importancia en la zona.....	16
2.10. Principales cultivos en la región.....	17
2.11. Otros beneficios.....	17
2.12. Murciélagos como vectores de enfermedades.....	17
2.13. Elementos para conservación de los murciélagos.	18
III. MARCO CONCEPTUAL.....	20
3.1. Relación presa/predador	20
3.2. Postulado de las Pirámides Energéticas	21
3.3. Estructura de las redes tróficas.....	21

3.4. Teoría del Forraje Optimo.....	23
IV. AREA DE ESTUDIO	24
4.1. Descripción Geográfica.....	24
4.2. Características Físicas	25
4.3. Características Bióticas	25
4.4. Contexto Histórico y Cultural	26
4.5. Contexto socioeconómico	27
4.6. Usos de Suelo	28
4.7. Infraestructura habitacional predominante.....	28
4.8. Características del Sitio de Muestreo	28
V. OBJETIVOS.....	30
5.1. OBJETIVO GENERAL:	30
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	30
VI. METODOLOGÍA	31
6.1. Colecta de Muestras	31
6.2. Análisis de Laboratorio	33
6.3. Fase de gabinete	33
6.4. Análisis Estadístico	35
VII. RESULTADOS	37
7.1. <i>Eptesicus fuscus</i>	37
7.1.1. Composición de las excretas	37
7.1.2. Análisis Estadístico	42
7.2. <i>Tadarida brasiliensis</i>	50
7.2.1. Composición de las excretas	50
7.2.2. Análisis Estadístico	54
7.3. <i>Eptesicus fuscus</i> vs. <i>Tadarida brasiliensis</i> en primavera.....	55

VIII. DISCUSIÓN.....	58
8.1. Generalidades	58
8.2. <i>Eptesicus fuscus</i>	58
8.3. <i>Tadarida brasiliensis</i>	67
8.4. Murciélagos urbanos en Ensenada, Baja California.....	71
IX. CONCLUSIONES	81
X. RECOMENDACIONES	83
LITERATURA CITADA.....	157
ANEXO 1	
ANEXO 2	

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de Volumen de los artículos alimenticios encontrados en un Volumen total de 15300 en 153 excretas de <i>E. fuscus</i> en el área urbana de Ensenada, Baja California.....	38
Cuadro 2. Porcentaje de Aparición de los artículos alimenticios encontrados en 153 excretas de <i>E. fuscus</i> en el área urbana de Ensenada, Baja California.	40
Cuadro 3. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables del modelo lineal generalizado aplicado a los datos de volumen obtenidos del análisis de 153 excretas de <i>E. fuscus</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California.....	42
Cuadro 4. Listado de especies presa consumidas, desplegadas en orden descendente de porcentaje de volumen ocupado en las excretas de <i>E. fuscus</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California para cada una de las tres temporadas.	45
Cuadro 5. Porcentaje de Volumen por temporada de las especies presa consumidas en las tres estaciones por <i>E. fuscus</i> residente en la zona urbana de Ensenada, Baja California.....	46
Cuadro 6. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables del modelo lineal generalizado aplicado a los datos de Frecuencia de Ocurrencia obtenidos del análisis de 153 excretas de <i>E. fuscus</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California.	46
Cuadro 7 Listado de especies presa consumidas desplegadas en orden descendente de aparición en las excretas de <i>E. fuscus</i> en la zona urbana de Ensenada, Baja California para cada una de las tres temporadas.....	47
Cuadro 8. PA totales y por temporada de las especies presa consumidas en las tres estaciones por <i>E. fuscus</i> residente en la zona urbana de Ensenada, Baja California.	49
Cuadro 9. Porcentaje de Volumen de los artículos alimentarios identificados en 12 excretas de <i>T. brasiliensis</i> en la zona urbana de Ensenada, Baja California	50

Cuadro 10. Porcentaje de Aparición de los artículos alimentarios identificados en 12 excretas de <i>T. brasiliensis</i> en la zona urbana de Ensenada, Baja California	52
Cuadro 11. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables del modelo lineal generalizado aplicado a los datos obtenidos del análisis de 12 excretas de <i>T. brasiliensis</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California.	54
Cuadro 12. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables y la interacción del modelo lineal generalizado aplicado a los datos obtenidos del análisis comparativo de 12 excretas de <i>E. fuscus</i> y 12 de <i>T. brasiliensis</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California.	55
Cuadro 13. Listado de especies presa consumidas, desplegadas en orden descendente de %V y PA en excretas de <i>E. fuscus</i> y <i>T. brasiliensis</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California.....	56
Cuadro 14. Resultado de la comparación (por numero de aparición de especie presa) entre las muestras fecales de <i>E. fuscus</i> y <i>T. brasiliensis</i> de la zona urbana de Ensenada, Baja California por medio del estadístico <i>t de student</i>	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuatro tipos de estructuras de redes tróficas.	22
Figura 2. Ubicación Geográfica de la Ciudad de Ensenada, Baja California.	24
Figura 3. Características arquitectónicas de los departamentos del Modulo habitacional “Monte Mar”	29
Figura 4. Porcentaje de Volumen de los grupos alimenticios identificados en un volumen total de 15300 en 153 muestras fecales de <i>E. fuscus</i> en el área urbana de Ensenada, Baja California.	40
Figura 5. Porcentajes de Aparición de los grupos alimenticios en 153 excretas de <i>E. fuscus</i> en la zona urbana de Ensenada, Baja California.	41
Figura 6. Frecuencia Relativa de los grupos alimenticios identificados en 153 muestras fecales de <i>E. fuscus</i> con una frecuencia absoluta de 563 en el área urbana de Ensenada, Baja California.	42
Figura 7. Frecuencias Relativas de los artículos alimenticios para cada temporada (FA: Verano=515; Otoño=71; Primavera 49) registradas en 153 excretas de <i>E. fuscus</i> en el área urbana de Ensenada, Baja California.	48
Figura 8. Porcentaje de Volumen de los grupos alimenticios identificados en un volumen total de 1200 en 12 muestras fecales de <i>T.brasiliensis</i> en el área urbana de Ensenada, Baja California.	52
Figura 9. Porcentaje de Aparición de los grupos alimenticios registrados en 12 excretas de <i>T. brasiliensis</i> , en el área urbana de Ensenada, Baja California.	53
Figura 10. Frecuencias Relativas de los Grupos Alimenticios considerando una frecuencia absoluta de 54, en 12 muestras fecales de <i>T. brasiliensis</i> en la zona urbana de Ensenada, Baja California.	54
Figura 11. Porcentaje de Volumen de los grupos alimenticios con una SV de 2400 en 24 murciélagos urbanos correspondientes a dos especies (<i>E. fuscus</i> y <i>T. brasiliensis</i>) de Ensenada, Baja California.	57

Figura 12. FR de los grupos alimenticios con una frecuencia absoluta de 114 en 24 murciélagos urbanos correspondientes a dos especies (*E. fuscus* y *T. brasiliensis*) de Ensenada, Baja California.57

INDEX

I. INTRODUCTION	86
II. BACKGROUND.....	88
2.1. Status of Knowledge and Conservation of the Chiropteran fauna of Baja California.....	88
2.2. Bats in Cities.....	89
2.3. Description of the Species.....	90
2.3.1. <i>Eptesicus fuscus</i> , Big brown bat.....	90
2.3.2. <i>Tadarida brasiliensis</i> , Free-tailed bat.....	91
2.4. Predators of Bats.....	92
2.5. Flight Habits.....	93
2.6. Food Habits.....	93
2.6.1. Food habits of <i>Eptesicus fuscus</i>	94
2.6.2. Food habits of <i>Tadarida brasiliensis</i>	94
2.7. Feeding strategies.....	94
2.7.1. <i>Eptesicus fuscus</i>	96
2.7.2. <i>Tadarida brasiliensis</i>	97
2.7.3. Feeding in winter.....	97
2.8. Interactions Birds-Bats.....	97
2.9. Possible pest controllers.....	98
2.9.1. Important insects in the region.....	99
2.10. Local primary crops.....	100
2.11. Other benefits.....	100
2.12. Bats as diseases transmitters.....	101
2.13. Elements for bats conservation.....	102

INDEX

I. INTRODUCTION	86
II. BACKGROUND.....	88
2.1. Status of Knowledge and Conservation of the Chiropteran fauna of Baja California	88
2.2. Bats in Cities	89
2.3. Description of the Species.....	90
2.3.1. <i>Eptesicus fuscus</i> , Big brown bat.....	90
2.3.2. <i>Tadarida brasiliensis</i> , Free-tailed bat.....	91
2.4. Predators of Bats.....	92
2.5. Flight Habits.....	93
2.6. Food Habits	93
2.6.1. Food habits of <i>Eptesicus fuscus</i>	94
2.6.2. Food habits of <i>Tadarida brasiliensis</i>	94
2.7. Feeding strategies.....	94
2.7.1. <i>Eptesicus fuscus</i>	96
2.7.2. <i>Tadarida brasiliensis</i>	97
2.7.3. Feeding in winter	97
2.8. Interactions Birds-Bats	97
2.9. Possible pest controllers	98
2.9.1. Important insects in the region.....	99
2.10. Local primary crops	100
2.11. Other benefits.....	100
2.12. Bats as diseases transmitters.....	101
2.13. Elements for bats conservation.....	102

III. STUDY AREA.....	103
3.1 Geographic description.....	103
3.2. Physic Features.....	104
3.3. Biotic features.....	104
3.4. Historical and cultural context (PDUCP, 1992).....	105
3.5. Social and economic context.....	106
3.6. Soil Uses.....	106
3.7. Housing features in the city.....	106
3.8. Features of the study area.....	107
IV. OBJECTIVES.....	108
4.1. General Objectives:.....	108
4.2. Specific objectives.....	108
V. MATERIALS AND METHODS.....	109
5.1. Fecal pellet collection.....	109
5.2. Laboratory activities.....	110
5.3. Data analysis.....	111
5.4. Statistical Analysis.....	113
VI. RESULTS.....	115
6.1. <i>Eptesicus fuscus</i>	115
6.1.1. Fecal pellets analysis.....	115
6.1.2. Statistical Analysis.....	119
6.2. <i>Tadarida brasiliensis</i>	127
6.2.1 Fecal pellets analysis.....	127
6.2.2. Statistical Analysis.....	131
6.3. <i>Eptesicus fuscus</i> vs. <i>Tadarida brasiliensis</i> in Spring.....	131

INDEX OF TABLES

- Table 1.** Seasonal Percentage Volumes of items and their means found in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California.....116
- Table 2.** Frequency of the items encountered in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.....118
- Table 3.** Deviance, percentage of explanation and d.F of the two variables of the GLIM applied to volume data obtained from 153 feces of *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California: 120
- Table 4.** List of preys consumed, displayed in descending order of volume occupied in the feces of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California in each season..... 122
- Table 5.** Mean of Percentage Volume of the preys eaten by *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California..... 123
- Table 6.** Deviance, percentages of explanation and d.F. of the two variables of the GLIM for the occurrence data obtained from 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California. 123
- Table 7.** List of preys consumed, displayed by descending order of frequency in the fecal pellets of *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California in each season..... 124
- Table 8.** Total and seasonal frequencies of preys consumed in three seasons by *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California. 126
- Table 9.** Percentage of Volume of the items found in 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California 127
- Table 10.** Frequencies of items identified in 12 feces of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California 129

Table 11. Deviance, percentage of explanation and d.F of the two variables of the GLIM applied to data obtained from the analysis of 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.131

Table 12. Deviance, percentages of explanation and d.F. of the two variables and the interaction in the GLIM with the data obtained from the comparative analysis of 12 feces of *E. fuscus* and 12 of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.....132

Table 13. List of preys consumed, displayed by descending order of occurrence in feces of *E. fuscus* and *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.132

Table 14. Comparison (by number of occurrence of preys) between fecal pellets of *E. fuscus* and *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California using *t de student test*..133

INDEX OF GRAPHICS

- Graphic 1.** Geographic localization of Ensenada, Baja California.....103
- Graphic 2.** Architecture of houses from study site in "Monte Mar" in the urban zone of Ensenada.....107
- Graphic 3.**Percentage Volume of feeding groups identified in 153 feces of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.....118
- Graphic 4.** Feeding Groups represented by frequency in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.....119
- Graphic 5.**Relative Frequency of the feeding groups in 153 fecal pellets of *E. fuscus* with an absolute frequency= 563 in the urban zone of Ensenada, Baja California.....120
- Graphic 6.** Relative Frequencies of the items found in each season (AF: Summer=515; Autumn=71; Spring 49) in 153 fecal pellets of *E. fuscus* Ensenada, Baja California.....125
- Graphic 7.** Percentage volume in the feeding groups in a total volume=1200 in 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.....128
- Graphic 8.** Frequency of the feeding groups registered in 12 feces of *T. brasiliensis*, in the urban zone of Ensenada, Baja California.....130
- Graphic 9.** Relative Frequencies of feeding groups considering an absolute frequency =54, in 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.....130
- Graphic 10.** %V of the feeding groups encountered en 24 feces, 12 of *E. fuscus* and 12 of *T. brasiliensis* of Ensenada, Baja California.....133
- Graphic 11.** RF of the feeding groups with absolute frequency of 114 in 24 urban bats (*E. fuscus* and *T. brasiliensis*) of Ensenada, Baja California.....134

HÁBITOS ALIMENTARIOS DE MURCIÉLAGOS URBANOS COMO HERRAMIENTA PARA SU CONSERVACIÓN EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

RESUMEN

El papel ecológico que desempeñan los murciélagos insectívoros dentro de los ecosistemas ha sido poco estudiado en México, por lo que se ha especulado acerca de su posible contribución en la regulación insectos de importancia agrícola y como vectores de enfermedades en mamíferos incluyendo al hombre. En este trabajo se presentan los primeros análisis de hábitos alimentarios por murciélagos insectívoros en México, realizado con dos especies urbanas, *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*, residentes en Ensenada, Baja California. El propósito de este trabajo es establecer estrategias de conservación para los murciélagos urbanos y su hábitat. Se colectaron y analizaron un total de 165 excretas de las dos especies de quirópteros, las especies presa mas importantes fueron coleópteros, quironómidos y lepidópteros. Se analizaron 153 muestras de *E. fuscus* durante un periodo de 12 meses (Julio 2004-Junio-2005) con un receso durante los meses de invierno y principios de primavera. Los hábitos alimentarios de *E. fuscus* estuvieron representados por 31 artículos alimenticios y 27 especies presa, donde las que representaron mayor porcentaje de volumen y frecuencia fueron quironómidos y coleópteros. Se registraron variaciones estacionales siendo el verano la estación con la mayor riqueza de especies presas donde las mas importantes fueron: quironómidos, coleópteros y lepidópteros. En otoño se observó una predominancia de quironómidos y hemípteros; en primavera de coleópteros, lepidópteros y quironómidos. *Tadarida brasiliensis* presentó 20 artículos alimenticios y 17 especies presa en 12 muestras colectadas durante la primavera (mayo-junio 2005) siendo las mas importantes lepidópteros, coleópteros y quironómidos. Los resultados obtenidos sugieren que *E. fuscus* y *T. brasiliensis* pudieran estar contribuyendo a la regulación de coleópteros, lepidópteros, dípteros,; así como de hemípteros y cicadélidos, considerados como plaga en los cultivos locales o como vectores de enfermedades infecciosas y epidemiológicas. Además, su presencia en los ambientes urbanos se ve beneficiada por la disponibilidad de refugios y sitios de forrajeo en viviendas y alumbrado publico. Por lo que se recomienda conservar sus sitios de refugio principales, alternativos, nocturnos y potenciales; así como las áreas donde podrían estar acudiendo a alimentarse para garantizar la permanencia de los servicios ambientales que prestan.

Palabras clave: Murciélagos insectívoros, *Eptesicus fuscus*, *Tadarida brasiliensis*, hábitat urbanos, hábitos alimentarios, Ensenada, Baja California, México.

CONSERVATION OF URBAN BATS, BASED ON THEIR FEEDING HABITS IN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

ABSTRACT

The roles that insectivorous bats play in the ecosystems have been poorly studied in Mexico, so there is speculation about if are they helping to regulate agricultural pests or vector of diseases in mammal, including humans. In this study, I present the first feeding habits analysis of insectivorous bats in Mexico. I analyzed fecal pellets from two urban species, *Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis* in Ensenada, Baja California. I used this information to propose conservation strategies for their populations and habitats. I collected and analyzed 165 fecal pellets from these two urban species of bats, and the three most important prey items were coleopterns, chironomids and lepidopterans. For *E. fuscus* I collected 153 in 12 month (July 2004 to June 2005) having a break because of winter. I found 31 items and 27 prey items, chironomids and coleopterns were the two most important prey items expressed by percentage volume and frequency. Also I observed seasonal variation: summer showed the highest prey richness and the most important prey were: chironomids, coleopterans and lepidopterans; in autumn chironomids and hemipterans were the most important prey items and in spring were coleopterans, lepidopterans and chironomids. *T. brasiliensis* showed the presence of 20 items and 17 prey items in 12 fecal pellets collected in spring (May-June 2005). The three most important prey items were lepidopterans, coleopterans and chironomids. These results suggest that *E. fuscus* and *T. brasiliensis* could be helping to regulate coleopterans, lepidopterans, dipterans, as well as, hemipterans and cicadellids that are considered as pests in the local crops or vectors of diseases like dipterans. Also their presence in the urban zone of Ensenada has been enhanced by the use of human structures like buildings and street lamps that provide roost and food for bats. So, in order to assure the ecological services that urban bats are providing, I suggest conservation of the principal, alternate, nocturnal and potential roosts; as well as areas where bats possibly visit to forage.

Key words: Insectivorous bats, *Eptesicus fuscus*, *Tadarida brasiliensis*, urban habitats, food habits, Ensenada, Baja California, Mexico.

I. INTRODUCCION

La deforestación, fragmentación y transformación de hábitat naturales, incluyendo la urbanización y el cultivo de plantas introducidas, han contribuido a reducir el numero de individuos y diversidad de especies silvestres en algunas regiones; por lo que la disponibilidad de refugios, sitios para búsqueda de alimento, anidación y agua juegan un papel relevante en su distribución. Algunas especies gracias a su gran capacidad de adaptación a los cambios ambientales, han logrado explotar los recursos asociados a los humanos como viviendas, edificios, bodegas, puentes, etc. No obstante, estas especies silvestres han tenido modificar sus conductas ante las perturbaciones causadas por los humanos, depredación por animales domésticos, contaminación y ruido. Aunado a lo anterior, la presencia de estos organismos puede provocar temor entre los ciudadanos y daño a sus construcciones, causando conflictos que con regularidad propician acciones de erradicación de estas especies. Uno de los grupos de organismos que mayormente se ven afectados por radicar en estructuras urbanas o cerca de ellas son algunas especies de murciélagos como el murciélago moreno (*Eptesicus fuscus*) y el murciélago guanero (*Tadarida brasiliensis*) (Bredt y Uieda, 1996; de Cornulier y Clergeau, 2001; Entwistle *et al.*, 2001; Evelyn *et al.*, 2003).

Los murciélagos presentes en las áreas urbanas suelen habitar construcciones preferentemente antiguas probablemente por la gran cantidad de orificios que permiten acceso. Otro factor que contribuye a la permanencia de los murciélagos en las áreas urbanas es la disponibilidad de alimento favorecido por el alumbrado publico que permite la concentración de insectos, y posiblemente las condiciones propias de los ambientes urbanos como los hacinamientos, acumulación de basura y chatarra, etc. que contribuyen a incrementar ciertas poblaciones de insectos que pueden ser consumidos por los quirópteros¹.

¹ http://www.iucn.org/themes/ssc/actionplans/microchiropteranbats/544_55.pdf

En México existen aproximadamente 140 especies de murciélagos y la mayoría de ellos son insectívoros, por lo que desempeñan papeles clave al mantener bajo control las poblaciones de insectos voladores nocturnos que pudieran convertirse en plagas agrícolas y causar pérdidas de millones de dólares cada año; además podrían ayudar a mitigar algunos problemas de salud pública al reducir las poblaciones de mosquitos, moscas, cucarachas, etc. que representan vectores de enfermedades infecciosas y epidemiológicas (Medellín, *et al*, 1997; Remington, 2000).

En el área urbana de la Ciudad de Ensenada, Baja California se encuentran radicando las dos especies de murciélagos insectívoros anteriormente descritas, las cuales hacen uso de casas-habitación como refugio (Cough de la Garza, 2005).

Desafortunadamente se tiene poca información acerca de la condición de los murciélagos dentro este ecosistema y los estudios realizados para conocer aspectos básicos sobre su distribución, ecología, susceptibilidad a la fragmentación del hábitat han sido escasos o nulos en Baja California. Aunado a esto, para la realización de este tipo de investigaciones es imprescindible contar con el apoyo de los dueños de las construcciones o de las autoridades gubernamentales que en muchos de los casos no es posible.

Este trabajo, pretende proponer estrategias de conservación para las poblaciones de murciélagos urbanos y sus sitios de refugio y forrajeo, basadas en los servicios ecológicos que prestan de acuerdo al análisis de hábitos alimentarios; para permitir la continuidad y el aumento de los beneficios en términos ecológicos para la sociedad.

II. ANTECEDENTES

2.1. Estado de conocimiento y conservación de la Quiropteroфаuna de Baja California

En el Estado de Baja California existe una carencia de estudios sistematizados que contribuyan al conocimiento de la distribución y ecología de los quirópteros en la entidad. Recientemente, el interés por el estudio de los murciélagos ha propiciado el inicio de investigaciones las cuales han comenzado a generar los primeros repotes en el Estado.

Martínez-Gallardo (2001) reporta para el Estado de Baja California la presencia de 19 especies de murciélagos basándose en su distribución marginal: *Antrozous pallidus*, *Corynorhinus townsendii*, *Choeronycteris mexicana*, *Eptesicus fuscus*, *Euderma maculatum*, *Eumops perotis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus xanthinus*, *Macrotus californicus*, *Myotis californicus*, *Myotis ciliolabrum*, *Myotis evotis*, *Myotis volans*, *Myotis yumanensis*, *Nyctinomops femorosaccus*, *Nyctinomops macrotis*, *Pipistrellus hesperus* y *Tadarida brasiliensis*.

Couoh- de la Garza (2005) realizó el primer estudio quiropterológico sistemático en el Estado de Baja California, registrando 9 especies de murciélagos a lo largo de la franja de matorral costero: *Corynorhinus townsendii*, *Choeronycteris mexicana*, *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus cinereus*, *Myotis californicus*, *Myotis yumanensis*, *Nyctinomops femorosaccus*, *Pipistrellus hesperus* y *Tadarida brasiliensis*. Además, observó que conforme se incrementa la perturbación antropogénica sobre el hábitat la riqueza de especies disminuye. En algunos casos ciertas especies tienden a reducir el número de individuos en las poblacionales o a extirparse del hábitat y otras por el contrario registran un incremento, como en el caso de *E. fuscus* y *T. brasiliensis*; siendo ésta última considerablemente más abundante que la segunda.

Por otro lado, Couoh-de la Garza (2005) utilizando transectos en línea y el detector ultrasónico ANABAT II registró la presencia únicamente de dos especies de quirópteros dentro de los ambientes urbanos en Ensenada, *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*. El murciélago moreno (*Eptesicus fuscus*) fue registrado en el Cerro del Quequi refugiándose en el tejado de un módulo habitacional localizado en la zona centro de la ciudad de Ensenada (116° 37' 21" N, 31° 52' 29" W); sin embargo también se registró en algunas áreas de transición entre los ambientes urbanos y naturales a lo largo del Cañón de Doña Petra. En el área urbana, *Tadarida brasiliensis* se registró en la Presa Emilio López Zamora (116° 36' 17" N, 31° 53' 21" W); Cerro el Quequi (116° 37' 21" N, 31° 52' 29" W) y Ensenada (116° 36' 36" N, 31° 53' 56" W); además se encontró en hábitats urbano-rurales en Ensenada como el Cañón Cuatro Milpas (116° 41' 05" N, 31° 53' 01" W) y Cañón de Dona Petra (116° 37' 02" N, 31° 45' 28" W). Tanto en los ambientes urbanos y urbano-rurales fue la especie más abundante.

2.2. Murciélagos en las ciudades

Las ciudades ofrecen una gran cantidad de refugios diurnos para los murciélagos, tanto para especies de gran tamaño como para las especies pequeñas; y pueden utilizar estructuras antiguas y recientemente construidas (Kurta y Teramino, 1992; Whitaker, 1998).

Se ha observado que las especies que viven en construcciones urbanas muestran mayor fidelidad a sus refugios que los murciélagos que habitan en el medio natural; sin embargo en algunos casos existe una continua rotación entre los refugios alternativos o dentro de la misma vivienda. Esta conducta posiblemente contribuye a evadir los depredadores, ectoparásitos, familiarizar a las crías con refugios potenciales futuros, o responde a necesidades microclimáticas. Así, los refugios urbanos proporcionan mayor espacio para la concentración de individuos, más opciones de diversidad microclimática y más estabilidad climática que los árboles. Además, el uso de refugios alternativos antes de retornar a sus refugios nocturnos es frecuente (Whitaker, 1998; Evelyn, 2003; Duchamp *et al.*, 2004).

Aunado a lo anterior, diversos estudios han reportado las lámparas de vapor de mercurio utilizadas en el alumbrado público como atrayentes de ciertas especies de murciélagos debido a que permiten la concentración insectos; presentándose un efecto inverso con las lámparas de luz amarilla o anaranjada (Rydell y Racey, 1995; Gaisler *et al.*, 1998; Lee y McCracken, 2002).

El genero *Eptesicus* ha sido reportado como residente en ciudades, incluyendo diferentes tipos de urbanización que van desde la zona centro, zonas industriales, hasta los suburbios y áreas agrícolas. Esta especie se refugia comúnmente en estructuras antropogénicas rurales y urbanas. En áreas urbanas se le ha encontrado en graneros, casas, iglesias, almacenes, fábricas y escuelas, haciendo uso de grietas, agujeros, esquinas, techos, etc. Los refugios utilizados presentaron temperaturas más o menos constantes y en invierno no disminuyeron de las temperaturas de congelamiento (10° C en promedio). Estudios realizados reportan su principal pico de actividad durante la primera hora después de la puesta de sol y decreciendo después de este. Ha sido registrada su presencia a partir del mes de Abril a Septiembre y su actividad se correlaciona positivamente con la temperatura y negativamente con la humedad (Whitaker y Gummer, 1992; Gaisler *et al.*, 1998; de Cornulier y Clergeau, 2001; Whitaker *et al.*, 2002).

Las hembras adultas de *E. fuscus* parecen estar mas expuestas a la convivencia con humanos debido a sus hábitos de refugio durante la maternidad en estructuras antropogénicas (Kurta y Matson, 1980).

En las zonas urbanas *E. fuscus* muestra una gran fidelidad en sus refugios de verano, presentando cambios dentro de refugios alternativos cada 2 y 6 días Además no suele hibernar en los mismos sitios usados durante el verano. Las hembras se concentran en colonias de maternidad en el verano mientras que los machos están solitarios. Por otro lado, durante el invierno machos y hembras están generalmente solitarios. En algunos casos, los grupos de hibernación se presentan posiblemente debido a que los murciélagos buscan determinadas características en los refugios ocasionando convergencia de los mismos, y no debido a la necesidad de agrupamiento (Whitaker y Gummer, 1992; Lewis, 1995).

Tadarida brasiliensis utiliza cuevas y troncos huecos en el medio natural; sin embargo en las zonas urbanas es común su presencia en estructuras antropogénicas y se ha encontrado cohabitando edificios con *Eptesicus fuscus* en el sur de los Estados Unidos (Jennings, 1958 en Wilkins, 1989).

2.3. Descripción de la especie

2.3.1. *Eptesicus fuscus*, Murciélago Moreno

(Christian, 1956; Nowak, 1994; Wilson y Ruff, 1999; Gannon, 2003).

El Murciélago Moreno, se distribuye desde Norte América hasta el norte de Sudamérica. Ha logrado colonizar algunas islas caribeñas incluyendo Cuba, Puerto Rico y Jamaica.

Las orejas, rostro, alas y membranas de la cola son cafés y desprovistas de pelo; el cuerpo está cubierto de pelo largo, suave y algo aceitoso. A lo largo del dorso el pelo es café, pero puede variar; el pelo del vientre generalmente es pálido. Su cabeza larga está remarcada por una nariz ancha y orejas gruesas, redondeadas y pequeñas. Las hembras son más pequeñas que los machos. La longitud total oscila entre los 87-138 mm, longitud de la cola de 34-56 mm, longitud del antebrazo de 42-54 mm y peso entre 11-23 g.

Durante la primavera y verano, los machos generalmente se encuentran solitarios, mientras que las hembras forman colonias de maternidad que pueden contener de 20 a 300 adultas. En regiones templadas los nacimientos se presentan de Abril a Julio. El número de crías es de uno a dos. Las colonias de maternidad se pueden encontrar en troncos huecos, graneros, iglesias y casas.

No se tienen reportes de migraciones largas o de desplazamientos considerables de sus lugares de nacimiento. Usualmente inician su actividad después del ocaso y pueden desplazarse 1-2 km para alimentarse alcanzando velocidades superiores a los 33 km por hora. Preferentemente forrajea en noches cuando el aire es más cálido de 10-12° C. Emite sonidos de alta frecuencia (27-48 kHz).

Son capaces de sobrevivir temperaturas congelantes durante periodos cortos, pero en periodos largos los murciélagos tienden a moverse de sitio. Pueden llegar a vivir hasta 19 años, sin embargo la tasa de mortalidad previa al destete es considerablemente alta (7%).

2.3.2. *Tadarida brasiliensis*, Murciélago de Cola Libre o Murciélago Guanero

(Nowak, 1994; Wilson y Ruff, 1999; Gannon, 2003)

El murciélago de cola libre o murciélago guanero es el más conspicuo y abundante en Norte América. Es una de las especies más ampliamente distribuidas en el Hemisferio Oeste. Su límite norteño se extiende desde la parte central de Oregon hasta Nevada, Utah, Nebraska, Alabama, Georgia y Carolina del Norte. Sigue hasta Centro América, su distribución en Sudamérica es poco conocida, sin embargo existen registros en el Centro de Argentina y sur de Brasil.

T. brasiliensis mexicana es típicamente migratoria (distancias superiores a los 1,300 km), permaneciendo los meses invernales en el centro y sur de México, donde usualmente se albergan en estructuras urbanas en colonias pequeñas.

En California y el sur de Oregon *T.b. cynocephala* aparentemente no migra, permaneciendo a lo largo de todo el año en construcciones urbanas.

Los machos son alrededor del 5% más largos que las hembras; sin embargo las hembras pesan 5% más que los machos. La longitud total oscila entre los 85-109 mm, la longitud del antebrazo de 36-46 mm y con un peso de 10-15 g. El género se caracteriza por el tener labios arrugados o con pliegues, mandíbulas relativamente delgadas y el tercer molar superior con un patrón oclusión en forma de N. El uropatagio se encuentra parcialmente libre. Las orejas son gruesas y se juntan al frente de la cabeza. Cubierto por pelo corto y uniformemente café o gris. Sus alas delgadas y largas le permiten alcanzar altas velocidades al vuelo (hasta 95 km por hora) el cual es errático. Emite sonidos de 20-25 kHz.

El apareamiento se da durante los meses de febrero a marzo, la ovulación es a finales de marzo y la gestación tiene una duración de 77 a 84 días. La mayoría de las hembras dan a luz a una sola cría a mediados de Junio y su promedio de vida es de poco más de 10 años.

2.4. Depredadores de los murciélagos

Debido a la especialización en sus conductas y periodos de actividad que exhiben los murciélagos, son poco susceptibles de ser depredados, excepto cuando están dentro de sus refugios o moviéndose de refugio a refugio en grupos grandes. Sin embargo, existen algunos depredadores oportunistas de murciélagos entre los que se encuentran: halcones murcielagueros *Macheiramphus alcinus* y *Falco ruficularis*, halcón de cola roja *Buteo jamaicensis*, correcaminos *Geococcyx californianus*; así como zorrillos *Mephitis mephitis*, *Conepatus mesoleucus*, mapaches *Procyon lotor*, tlacuaches *Didelphis marsupialis*, gran búho cornudo *Bubo virginianus* y algunos reptiles como la serpiente ratonera *Elaphe obsoleta*, *Agkistrodon contortrix*, coralillo *Micrurus fulvius* (Kunz, 1974; Fenton y Fleming, 1976, Wilkins, 1989).

Los escarabajos derméstidos (*Dermestes carnivorus*) y *Tenebrio* en estadios larvales causan incrementos considerables en la mortalidad de quirópteros recién nacidos y juveniles que caen accidentalmente al suelo (Wilkins, 1989).

2.5. Hábitos de vuelo

Los murciélagos insectívoros presentan diferentes tipos de vuelo y éste comúnmente se encuentra relacionado a características morfológicas, lo cual se ve reflejado en los hábitos de forrajeo. Los insectívoros aéreos suelen capturar sus presas al vuelo; tienen patas traseras pequeñas, calcáneos y orejas cortas, tragos angostos y son más pequeños. Los que se alimentan en cuerpos de agua además de presentar las características antes mencionadas, tienen tamaños corporales más reducidos. Los insectos presa son localizados generalmente por ecolocación, las frecuencias ultrasónicas emitidas por los quirópteros van desde 20 a los 200 kHz (varía dependiendo la especie); sin embargo algunos murciélagos utilizan el “audio pasivo” para ubicar sus presas y pueden ser consumidas al vuelo o perchando (Gullan, y Cranston, 2000; Hutson, *et al.*, 2001)

Los murciélagos de cola libre están especializados para el vuelo continuo, rápido y ágil debido a sus largas y delgadas alas; además son cazadores al vuelo mostrando una preferencia por hábitat abiertos (Barclay y Brigham, 1991, Lee y McCracken, 2002).

2.6. Hábitos alimentarios

En México, hasta la actualidad no se han realizado estudios encaminados a identificar los hábitos alimentarios de los murciélagos insectívoros. Sin embargo este tipo de estudios han sido comúnmente realizados en otros países de Norteamérica y América latina, así como algunos países europeos y asiáticos (Kunz *et al.*, 1995; Whitaker, 1995; Whitaker y Rodríguez-Duran, 1999; Feldman *et al.*, 2000; Whitaker y Weeks, 2001; Lee y McCracken, 2002; Williams, 2005).

Dentro del gremio de los murciélagos insectívoros una amplia variedad de insectos es utilizada como alimento, los grupos más consumidos de manera general son escarabajos (Coleoptera); polillas (Lepidoptera) y moscas (Diptera). En algunos casos también pueden llegar a consumir cucarachas (Blattoidea); termitas (Isoptera); grillos (Orthoptera), hormigas aladas (Hymenoptera) y algunos hemípteros y

neurópteros. El rango de los insectos consumidos por murciélagos varía desde los jejenes de algunos milímetros hasta polillas de 50 mm y más de 200 mg. Muchas de las especies de insectos consumidos por murciélagos son plagas para los humanos como los mosquitos y moscas. Los murciélagos consumen grandes cantidades de insectos los cuales han sido estimados en un cuarto o la mitad de su peso corporal en una noche (Hill y Smith, 1983).

2.6.1. Hábitos alimentarios de *Eptesicus fuscus*

Los murciélagos que se alimentan de insectos con partes duras se caracterizan por tener crestas craneales bien desarrolladas, en las cuales se insertan largos y fuertes músculos masticatorios; además cuentan con un número reducido de dientes muy largos y gruesos, al igual que las mandíbulas (Freeman, 1979 en Findley y Wilson, 1982; Altringham, 1996; Neuweiler, 2000).

Debido a la fuerte estructura mandibular que presenta el género *Eptesicus* tiene la tendencia a alimentarse de insectos con partes duras, particularmente de coleópteros y hemípteros (Whitaker, 1972; Whitaker, 2004). Por lo que de manera general, los estudios realizados referentes a los hábitos alimentarios del género incluyendo diferentes tipos de ambientes reportan dentro de los principales grupos consumidos: coleópteros de las Familias Scarabaeidae y Carabidae. Así como, lepidópteros, himenópteros de las Familias Formicidae e Ichneumonidae y dípteros de la Familia Chironomidae (Whitaker, 1995; Whitaker y Weeks, 2001; Feldman *et al.*, 2000).

2.6.2. Hábitos alimentarios de *Tadarida brasiliensis*

Existe un desconocimiento de toda la variedad de insectos que *Tadarida brasiliensis* puede llegar a consumir, sin embargo algunos análisis de hábitos alimentarios afirman que dentro de los principales artículos alimenticios encontrados corresponden a restos de dípteros, lepidópteros, coleópteros e himenópteros (Kunz, *et al.*, 1995; Whitaker y Rodríguez-Duran, 1999).

2.7. Estrategias de alimentación

Para obtener una panorámica completa acerca de la ecología del forrajeo de los murciélagos insectívoros es necesario, entre otras cosas, tener conocimiento detallado de las actividades de los individuos, donde cazan, que están consumiendo en relación a lo que está disponible en el sitio y como estos patrones varían en el tiempo (Fenton, 1982).

Varios factores determinan el patrón de uso de los recursos alimentarios de los animales, estos incluyen la distribución espacio-temporal y las fluctuaciones en la disponibilidad del alimento, el patrón de actividad en el forrajeo en espacio y tiempo, y sus interacciones con otros organismos. Las diferentes demandas energéticas de los sexos en murciélagos sugieren que las hembras seccionan ambientes calidos con alta abundancia de insectos (Barclay, 1991; Lee y McCracken, 2002).

Diversos estudios han demostrado que en las diferentes especies de murciélagos existe cierta variación en sus hábitos alimentarios. Esta variación está dada en su mayoría por ciertas modificaciones morfológicas, hábitos de vuelo y estructura de los llamados de ecolocación. Sin embargo, existen otros factores que influyen en el forrajeo como la estructura del hábitat y la disponibilidad de las presas. Esta diversificación de estrategias de alimentación representa una ventaja al disminuir la competencia por el mismo tipo de alimento. No obstante, en murciélagos como en otros mamíferos, resulta más ventajoso no ser especializados y conservar la capacidad de adaptar su dieta a las condiciones ambientales. (DuBowy, 1988; Whitaker, 1994; Grindal y Brigham, 1999; Lee y McCracken, 2002; Whitaker, 2004).

Kassen (2002) menciona que la heterogeneidad espacial genera una selección diversificada en espacio y en tiempo. Los organismos especialistas se desarrollan en ambientes que son relativamente homogéneos en espacio y en tiempo, sin embargo los generalistas se desenvuelven en ambientes heterogéneos en ambas dimensiones. La heterogeneidad ambiental puede mantener más altas cifras de diversidad que los ambientes homogéneos.

En la selección de los sitios de forrajeo por murciélagos, la estructura del hábitat es una de las características más importantes. La actividad de forrajeo se ve incrementada mayormente a lo largo de los márgenes donde la disponibilidad de insectos suele incrementarse y en ambientes con menos estructuras en el hábitat que pudieran complicar el vuelo (Grindal y Brigham, 1999).

En quirópteros, la alimentación es un balance entre disponibilidad y selectividad del alimento pudiendo distinguir dos niveles de selección. El primero ocurre cuando los murciélagos seleccionan sus sitios de forrajeo. La segunda selección se efectúa cuando los murciélagos seleccionan su alimento de entre los insectos disponibles en sus áreas de forrajeo. Probablemente el primer nivel es el más importante debido a que permite trasladar a los murciélagos hacia los lugares donde están sus preferencias alimenticias. Sin embargo, la disponibilidad en la mayoría de los estudios es estimada considerando solo el segundo nivel (Whitaker, 1994).

De acuerdo a Whitaker (1994) los artículos consumidos por murciélagos insectívoros pueden variar dependiendo de la disponibilidad del alimento y la selectividad del depredador. El término “disponible” en este caso se refiere a todos los insectos voladores que habitan o transitan por las rutas de los murciélagos y que éstos pudieran tener la capacidad de capturar y consumir.

Algunas especies de murciélagos seleccionan a sus presas dependiendo del tamaño de la presa y no tanto por el tipo de presa al que pertenezca (Hickey *et al.*, 1996).

2.7.1. *Eptesicus fuscus*

En zonas desérticas suele ser mas abundante en los márgenes de vegetación presentando estrategias oportunistas de alimentación al consumir los insectos mas altamente disponibles en sus sitios de forrajeo (Studier *et al.*, 1994; Whitaker, 1994).

Puede atravesar por largos bloques continuos de hábitat urbanos hasta llegar a zonas agrícolas o arboladas para forrajear; sin embargo, también se le ha observado alimentándose en sitios contiguos a los refugios lo cual puede resultar energéticamente ventajoso (Duchamp *et al.*, 2004).

Su máximo de actividad se presenta en ambos sexos durante las 2 primeras horas después del ocaso, sin embargo las hembras tienen un segundo pico después de 5 hrs. La duración del periodo de forrajeo de tiene variaciones dependiendo el estadio reproductivo. Hembras preñadas, lactantes, postlactantes e individuos juveniles forrajean durante el atardecer en promedio 45.5 ± 4.2 , 83.9 ± 13.1 , 53.1 ± 4.9 y 80.2 ± 8.6 minutos respectivamente y a una altura de 5-10 m (Kunz, 1973; Brigham, 1990).

2.7.2. *Tadarida brasiliensis*

El murciélago de cola libre puede desplazarse grandes distancias a sus sitios de forrajeo, prefiere hacer uso de hábitat abiertos y forrajear a elevadas altitudes (aprox. 3,000 m; Wilson y Ruff, 1999).

2.7.3. Alimentación durante el Invierno

Se han realizado algunos estudios para confirmar la actividad de forrajeo durante el invierno en los murciélagos utilizando excretas o contenidos estomacales. Se ha encontrado que las excretas obtenidas de los murciélagos en hibernación al parecer son conglomerados de material quitinoso remanente en el tracto digestivo desplazado lentamente a través de los intestinos hasta formar un tapón. Esta especie en Indiana no se alimenta durante el invierno, pero ocasionalmente suele expulsar

excretas invernales, las cuales generalmente no contienen alimento fresco; sin embargo pueden presentar material duro y oscuro, tal vez producto de los líquidos biliares coagulados. En este Estado, algunos murciélagos pueden despertar y salir de sus refugios durante el periodo de hibernación, lo cual no indica necesariamente que los murciélagos salgan en búsqueda de alimento. Estudios realizados afirman que los murciélagos no se alimentan durante el invierno, reportando las primeras ingestas a partir de Marzo (Mumford y Whitaker, 1982; Whitaker y Rissler, 1992; Whitaker y Rissler, 1993; Whitaker *et al*, 1997).

2.8. Interacción Ave-Murciélago

Los murciélagos y las aves son los únicos vertebrados con capacidad autentica de volar y ocupan roles tróficos semejantes. Aproximadamente solo el 2.5 por ciento de las especies de aves son nocturnas y eventualmente traslapan sus actividades con las de los murciélagos; por ejemplo *E. fuscus* traslapa su tiempo de forrajeo al menos 33 minutos con el Halcón Común (*Chordeiles minor*; Wilson, 1973; Van Tyne y Berger, 1959 en Fenton y Fleming, 1976, Brigham, 1990).

Algunas interacciones que pueden tener aves y murciélagos son: competencia resultante del traslape de los nichos alimentarios y depredación. Ambos pueden utilizar insectos nocturnos como recurso de alimentación; sin embargo, debido a las habilidades de ecolocación los murciélagos han logrado dominar la insectivoría de organismos pequeños y nocturnos; pero sin desplazar a las grandes aves (Fenton, 1974, Fenton y Fleming, 1976; Shields y Bildstein, 1979).

2.9. Posibles controladores de plagas

El agente para el control biológico podría tener un impacto sobre la especie plaga cuando éstas se encuentren interactuando, sin embargo, evidencias muestran que, en promedio, los agentes controladores difícilmente pueden erradicar por completo la especie plaga (Murdoch *et al.*, 1985; Fagan *et al.*, 2002).

Owen y Lewis (2001) demostraron que, en presencia de un depredador especialista, el nivel al cual puede ser reducida la dispersión de una plaga, depende de la dinámica de ella misma, más que del agente controlador. Por el contrario, en el caso de un depredador generalista, la dispersión de la población plaga puede ser frenada o incluso erradicada, a pesar de la dinámica que ésta presente, debido a que el depredador puede persistir en densidades estables aun en ausencia de ella.

La supresión natural y biológica de insectos y enfermedades tiene menos posibilidades de poner en riesgos de salud a los humanos y puede reducir el deterioro ambiental comparado con los métodos de control químicos intensos. (Letourneau y Goldstein, 2001).

Algunos estudios se han realizado para determinar si los murciélagos regulan las poblaciones de mosquitos como tanto se menciona. Whitaker y Long en 1998 discutieron sobre el consumo de mosquitos por varias especies de murciélagos, encontrando que la frecuencia de aparición de mosquitos en las muestras fecales es baja y el volumen que ocupan dentro del total las muestras no excede del 5%. Por lo que se puede decir que, aunque consumen mosquitos, no se puede afirmar que sea una practica frecuente de los murciélagos que vuelan cerca de las viviendas.

Los reportes de consumo de 600 mosquitos por hora o más por *Myotis* han sido bajo condiciones de laboratorio, sin embargo en condiciones naturales raramente los consumen. (Griffin *et al*, 1960; Whitaker y Long, 1998).

La captura de mosquitos de manera individual resulta energéticamente no redituable. Las condiciones bajo las cuales son consumidos los mosquitos son: 1) en inicios de temporada cuando la disponibilidad de alimento es baja; 2) en altas latitudes donde los dípteros, especialmente los mosquitos, son quizás mas abundantes que otros grupos y 3) en otras áreas donde los mosquitos son de tallas mayores y son mas abundantes (Zinn y Humphrey, 1981; Barclay, 1985; Whitaker y Lawhead, 1992; Whitaker y Long, 1998).

Debido a que las hembras no se unen a los enjambres, excepto en periodo de apareamiento, es posible que la mayoría de los mosquitos consumidos sean machos. De esta manera, para considerar que los murciélagos impactan de manera significativa en las poblaciones de mosquitos deberían de consumir cantidades considerables de hembras. (Whitaker y Long, 1998).

En el estado de Indiana se ha reportado que dentro de los artículos alimentarios consumidos por *E. fuscus* se encuentran en su mayoría insectos de consideraciones económicas en los campos agrícolas. En algunos casos el consumo de insectos plaga ha representado hasta un 80% de su dieta, siendo *Diabrotica undecimpunctata* el coleóptero de mayor importancia por los daños que causa su estadio larval a las raíces del maíz. (Whitaker, 1995; Whitaker y Weeks, 2001).

2.9.1. Insectos de importancia en la zona

Principales plagas del tomate en California: *Epitrix hirtipennis* (escarabajo), *Myzus persicae* (afido), *Macrosiphum euphorbiae* (afido), *Aculops lycopersici* (acaro), *Trichoplusia ni* (looper), *Liriomyza spp.* (perforadores de hojas), *Helicoverpa zea* (larva), *Spodoptera exigua* (larva), *Keiferia lycopersicella* (larva), *Euschistus conspersus* y *Nezara viridula* (swing bugs), *Manduca sexta* y *M. quinquemaculata* (larvas) (Letourneau y Goldstein, 2001).

Omer *et al*, (1999) reportan que la phylloxera de la vid, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch), es una de las plagas entomológicas mas destructivas para los cultivos de uva (*Vitis vinifera L.*) en todo el mundo, mostrando preferencia por Cabernet sauvignon.

2.10. Principales cultivos en la región

Según SAGARPA (2004) los principales cultivos en la región y sus plagas son los incluidos en Anexo 2.

El tomate se encuentra dentro de los vegetales que registran los mas altos porcentajes de tratamientos con insecticidas (93%) , fungicidas (98%) y herbicidas (67%) por acre (Pimentel *et al.*, 1981 en Letourneau y Goldstein, 2001).

2.11. Otros beneficios

Además del posible control de poblaciones de insectos, otro beneficio es la cantidad de guano aportada por una colonia más o menos numerosa (Agosta, 2002). El guano es rico en nitrógeno, sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio entre otras sustancias las cuales pueden transferir cantidades significativas de nutrientes dentro de los ecosistemas (Kunz, 1982; Studier *et. al*, 1994).

2.12. Murciélagos como vectores de enfermedades.

Las mordidas o heridas causadas por murciélagos deben ser consideradas como exposición potencial a la contracción de enfermedades como la rabia. Sin embargo, de aproximadamente 30,000 personas en el mundo muertas por rabia, el 90% de los casos fueron contraídas por contacto con perros. Solo alrededor del 1% de los murciélagos contraen la rabia, además cuando son infectados raramente se vuelven agresivos. En los Estados Unidos solo 24 personas han contraído rabia por contacto con murciélagos resultado de recoger los quirópteros enfermos tirados en el suelo. En los últimos años en Latinoamérica el número de contagios de rabia humana por murciélagos hematófagos ha ido en aumento (Schneider y Santos-Burgoa, 1995; Brass (1994), Mazzotti y Brandt (1990), Gannon, (1992) en Nolan, 1997)

Estudios recientes indican que el murciélago fue el primer hospedero del *Trypanosoma cruzi*, agente causal de la enfermedad de Chagas (Poinar, 2005).

Marfin *et al.* (2001) y Hayes *et al.* (2005) reportan infección del Virus del Nilo en murciélagos, principalmente en *E. fuscus* y en *Myotis lucifugus* en Estados Unidos. Por otro lado, en *Tadarida brasiliensis* se han identificado virus como el del Río Bravo perteneciente al grupo de los arbovirus; el virus de la encefalitis de San Luis (SLE) y puede ser y potencial agente epidemiológico como hospedero de la encefalitis equina del este, oeste y encefalitis japonesa B (Constantine y Woodall (1964), Allen *et al.* (1970), Constantine (1970) en Wilkins, 1989).

La acumulación de guano dentro de los refugios también puede ser causa de Histoplasmosis. Esta enfermedad es causada por el hongo microscópico *Histoplasma capsulatum* que puede encontrarse asociado a las heces de aves y murciélagos, puede causar afecciones en los pulmones y sus síntomas son semejantes a los de la influenza (Henderson y Lee, 1992).

Los murciélagos pueden ser dispersores de ectoparásitos como ácaros, o chinches de cama (Cimicidae) los cuales si bien no causan enfermedades, sus picaduras son molestas o pueden causar reacciones alérgicas (Gullan y Cranston, 2000)

2.13. Elementos para conservación de los murciélagos.

Agosta (2002) propone alternativas de conservación enfocadas a destacar la importancia de especies ampliamente distribuidas y abundantes como *E. fuscus*. Donde, abordado desde un punto de vista ecológico y económico, la conservación de especies abundantes resulta más significativa al considerar la cantidad de insectos consumidos y los nutrientes aportados por la dispersión de guano.

Por otro lado Whitaker y Long en 1998 recomiendan evitar argumentar la conservación de murciélagos basada en el “gran consumo de mosquitos”. No obstante, mencionan que es factible proponer la conservación de murciélagos con base en resultados que afirman que consumen insectos que pueden convertirse en plagas. En diversos trabajos se ha demostrado que *E. fuscus* consume cantidades importantes de insectos que son plagas agrícolas; además en conjunto con algunas aves nocturnas son los principales depredadores de los insectos nocturnos (Whitaker, 1992; 1993; 1995). Por lo que la conservación de los murciélagos contribuye a mantener el balance de los ecosistemas al consumir algunas poblaciones de insectos.

III. MARCO CONCEPTUAL

En la actualidad, existe una amplia variedad de disciplinas para tratar de explicar los procesos ecológicos, sin embargo estas disciplinas tienden a enfocarse en escalas o en niveles de organización específicos. Afortunadamente, ha iniciado la creación de disciplinas que contribuyan a formar “puentes” entre los diferentes niveles. No obstante, existe la carencia de una disciplina que permita crear una conexión entre los procesos autoecológicos y sus repercusiones dentro de los ecosistemas (Allen y Hoekstra (1992), Jones y Lawton (1994) en Pickett *et al*; 1994).

La fuerza que tienen los paradigmas del estudio de las poblaciones y los ecosistemas, han sido sin duda un factor determinante en la falta de unificación de criterios. Sin embargo, hay que enfatizar que para poder entender la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas se debe partir del conocimiento de las entradas, salidas y transformaciones de materia y energía (Pickett *et al*; 1994).

Por lo anterior, los fundamentos teóricos del presente trabajo están encaminados a entender la conexión entre los hábitos de alimentación de *Eptesicus fuscus* y la manera en la que repercuten directa o indirectamente en los procesos ecosistémicos:

3.1. Relación presa/predador

Existe una relación muy frecuente entre el tamaño de las presas y el tamaño de los depredadores. El reparto de los recursos conduce a un escalonamiento de tamaño de los predadores de manera que no todos exploten las mismas presas. La hipótesis de que un escalonamiento de tamaño favorece la coexistencia en una comunidad fue propuesta por Hutchinson en 1959 y luego codificada por Hutchinson y Mac Arthur (1959) que sugirieron un escalonamiento óptimo entre las especies de 1,3 en tamaño (o de 2 en peso) sería suficiente para evitar la competencia (Dajoz, 2002).

De acuerdo a lo anterior, tenemos que *E. fuscus* presenta una longitud corporal de 105-112 mm (Villa-R, 1966) y puede depredar dípteros de algunos milímetros hasta lepidópteros y escarabajos de mas de 20 mm.

3.2. Postulado de las Pirámides Energéticas

Charles Elton en Bush (2003) propuso la construcción de pirámides energéticas a partir de tramas tróficas, partiendo de observaciones que indicaban que en un área se podían encontrar un gran número de herbívoros, sin embargo, el número de depredadores de herbívoros era considerablemente menor al de los herbívoros y aun menor el numero de depredadores que se alimentaban de depredadores. Esto puede ser explicado en términos energéticos puesto que solo una fracción de esta energía pasa al siguiente nivel trófico y por lo tanto el número de individuos que puede soportar este nivel decrece considerablemente.

A través de las pirámides energéticas no solo es posible explicar las diferencias en el número de individuos en cada nivel trófico, las diferencias en las tallas corporales entre los niveles tróficos también pueden ser identificadas. De esta forma los depredadores deben ser suficientemente mas grandes que su presa para lograr una caza exitosa (Bush, 2003).

3.3. Estructura de las redes tróficas

En un principio, el entendimiento de las relaciones tróficas que se presentan en los ecosistemas se realizaba bajo el esquema de una representación linear o una cadena trófica donde el depredador tenía un solo tipo de presa. Sin embargo, en la última década, este concepto ha sido replanteado para generar el concepto de redes tróficas. Estas redes permiten incluir dentro de un escenario la mayoría de los actores, intensidad de la interacción e incluso efectos directos e indirectos en los diferentes niveles tróficos a causa de alguna de estas interacciones.

Se han propuesto cuatro tipos de redes tróficas las cuales se encuentran ilustradas en la Fig. 1: a) cadena trófica simple, b) red trófica con omnivoría, c) trama trófica con competencia aparente, d) trama trófica con depredación dentro del mismo gremio (Fagan (1997), Holt y Lawton (1994), Bonsall y Hassell (1997), Polis y Holt (1992) en Melián y Bacompte, 2002).

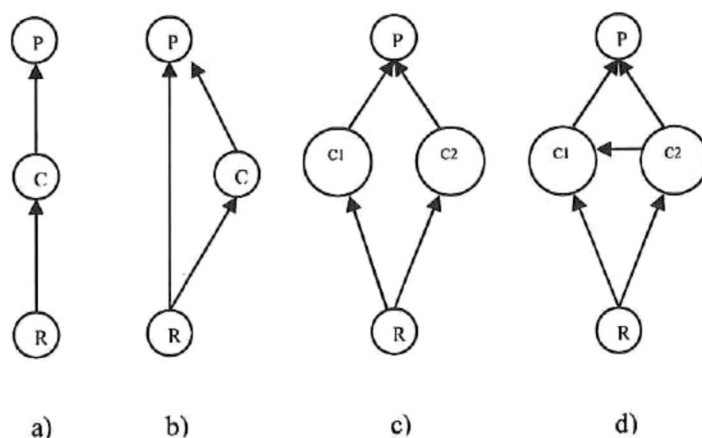


Figura 1. Cuatro tipos de estructuras de redes tróficas. C1 y C2 especies intermedias donde C1 es competidor superior a C2, R especies basales y P especies tope.

La posición trófica de *E. fuscus* esta representada como un consumidor intermedio en una red trófica con competencia aparente. Para poder definir si es C1 o C2, se requiere una evaluación del grado de competencia que pudiera tener con otras especies de murciélagos o con algunas especies de aves nocturnas que requieran el mismo tipo de presa. Sin embargo, no se ha encontrado información que indique los efectos de estas interacciones.

3.4. Teoría del Forrajeo Óptimo

La teoría del forrajeo óptimo predice que cuando la densidad del alimento es alta, el depredador se especializa en presas de buena calidad e ignora las de bajo contenido alimenticio. Pero si la densidad del alimento disminuye, el depredador se vuelve menos selectivo y amplía el rango de selección de las presas. Lo anterior puede ser alterado, si hay una impronta entre la especie depredadora y la presa, lo cual tiene un costo de aprendizaje para cambiar de una presa a otra. La saciedad, o el límite de la capacidad digestiva es importante. Un depredador puede ignorar a la presa si su estomago está lleno y no puede digerir mas por el momento. El tiempo gastado en la búsqueda de alimento afecta la relación predador-presa (Bush, 2003).

La teoría del forrajeo óptimo predice que el incremento en el recorrido para buscar alimento reduce la oportunidad de obtenerlo, por lo tanto el predador opta por mantenerse en un lugar y buscar allí su alimento. Con relación a la elección del mejor tamaño de presa, los organismos optan por seleccionar presas de tamaño intermedio, con el fin de reducir el tiempo gastado en manipular presas o muy grandes o muy pequeñas (Bush, 2003).

IV. AREA DE ESTUDIO

4.1. Descripción Geográfica

La zona urbana de Ensenada se ubica en la región Noroeste del Estado de Baja California en los $116^{\circ} 36' 36''$ W y $31^{\circ} 53' 56''$ N. Este municipio cuenta con una superficie de 46,000 has y una extensión de 44 km desde la mesa del Carmen en San Miguel hasta Cabo Banda en la Península de Punta Banda. Incluye las poblaciones de El Sauzal, Ejido Chapultepec, Maneadero, los poblados del Zorrillo y Esteban Cantú, las áreas urbanas del Estero de Punta Banda y La Joya, así como la isla de Todos Santos (Figura 2; PDUCP, 1992).

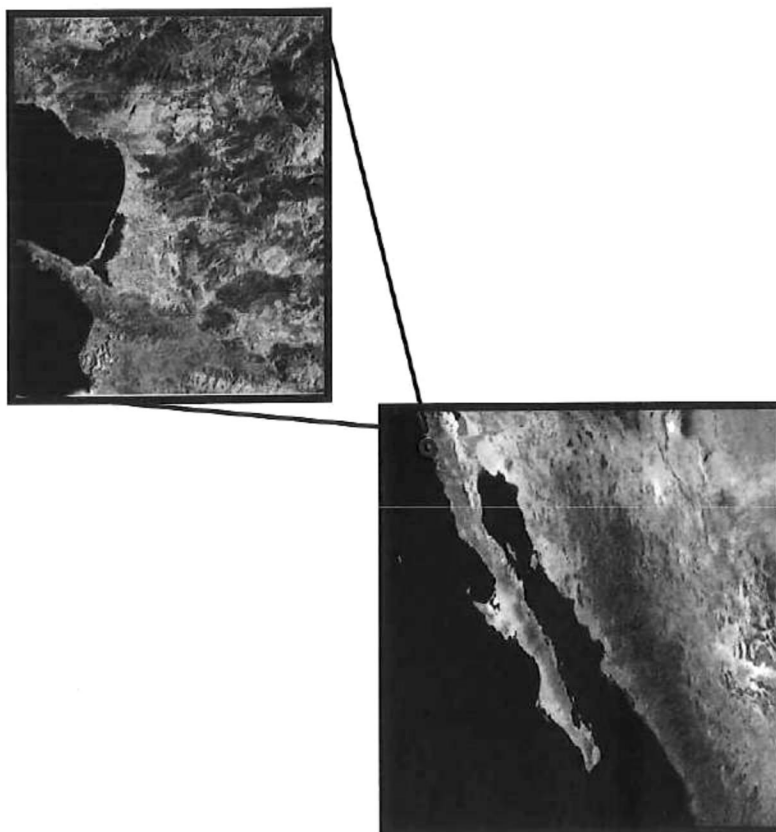


Figura 2. Ubicación Geográfica de la Ciudad de Ensenada, Baja California.

4.2. Características Físicas

Se caracteriza por presentar un clima semi-árido donde las temperaturas medias oscilan entre 20 y 30° C durante el verano con mínimas alrededor de 15° C, registrándose las temperaturas máximas en el mes de agosto. En el invierno las temperaturas máximas varían entre 15 y 25° C y mínimas alrededor de 5° C presentándose la más baja en enero.

El viento dominante proveniente es del Noroeste (NW), con un régimen de brisas bien marcado (viento de mar a tierra durante el día y en sentido opuesto durante la noche). En el área de estudio se manifiestan fenómenos meteorológicos ocasionales como: la condición Santa Ana (vientos del Este (E) cálidos y secos), principalmente durante el otoño; neblina costera, principalmente durante la primavera y el verano.

La precipitación pluvial en la región es escasa, variando entre los 200 y 300 mm principalmente en los meses de invierno. El relieve predominante en la zona es montañoso, con algunos valles y lomeríos.

4.3. Características Bióticas

Flora

La vegetación nativa de esta zona es única en el país ya que sus características están definidas por el clima tipo mediterráneo, el cual solo ocurre en este extremo de México (Espejel, 1999 en Zizumbo 2001).

El Matorral rosetófilo costero se distribuye en climas secos con lluvias invernales denominado tipo Mediterraneo. Se caracteriza por conformar una mezcla de subarbustos aromáticos caducifolios de 0.5 y 1.5 metros de altura, destacando *Viguiera laciniata*, *Eriogonum fasciculatum*, *Artemisia californica*, *Salvia apiana*, *Rhus integrifolia*, *Malosma laurina* y *Simmondsia chinensis* y *Ferocactus viridescens* var. *viridescens* endémica (Delgadillo 1998; Minnich 1999; Espejel *et.al.* 2001).

Chaparral

Es característico del noroeste de Baja California y contiguo al matorral rosetófilo costero. Se desarrolla en suelos poco profundos y tendientes a la desecación de las laderas inferiores y las bajadas de montañas, por encima de las zonas áridas. Agrupa arbustivas como: *Adenostoma fasciculaum* “chamizo”, *Ambrosia dumosa*, *Euphorbia misera*, *Simondsia sp* “jojoba” (Miranda y Hernández X., 1963; Rzedowski, 1994; Garcia *et al.*, 1995 en Ayala, 2001).

Vegetación Riparia:

Se desarrolla a las orillas de ríos, arroyos, cañadas o en las zonas de inundación, las cuales están caracterizadas generalmente a manera de un estrecho corredor. Se encuentra representada por algunas especies como *Platanus racemosa* “alisos”, *Tamarix parviflora* “pino salado” y *Salix spp* (Delgadillo, 1998; Leopold (1997), García (1995) en Ayala, 2001).

Fauna:

Toda el área pertenece a una zona de transición entre la región neotropical y nearctica lo que aumenta la biodiversidad. En Ensenada es posible encontrar especies de ambas regiones (Espejel, 1999 en Zizumbo, 2001).

4.4. Contexto Histórico y Cultural (PDUCP, 1992)

Ensenada es la ciudad mas Antigua del Estado; la bahía fue descubierta en 1542 permaneciendo deshabitada en la época colonial y fue hasta 1886 cuando la Compañía Internacional fraccionó y trazo calles, se construyeron casas y edificios y se levantó un muelle.

En 1877, debido a los yacimientos de oro descubiertos en Real de Castillo, hacia donde se traslada la capital del partido Norte, Ensenada se convierte en un puerto abierto provisionalmente al comercio para transportar oro. En 1882 la capital se cambia al poblado de Ensenada, que contaba con 90 habitantes según el padrón levantado en 1883.

A partir de su fundación hasta los primeros años de 1900, Ensenada se caracterizó por tener una traza regular donde su arquitectura y sus sitios urbanos presentaban una homogeneidad muy propia de la ciudad. El auge que experimentó el poblado se debió a su cercanía con el vecino estado de California.

4.5. Contexto socioeconómico (PDUCP, 1992)

La extensión territorial de municipio de Ensenada, que es el más grande del estado de Baja California, ha contribuido que factores fundamentales como el crecimiento poblacional sea diferente al de la cabecera municipal. La tasa de crecimiento del municipio es de 4.1% y el de la ciudad de Ensenada de 3.5%. Por otra parte, mientras que Ensenada concentra el 67.6% de la población municipal, el 32.4% radical en el resto de las localidades y el Limite del Centro de Población de Ensenada concentra el 71.8%.

La economía de Ensenada, en el contexto estatal ocupa el tercer lugar Municipal en importancia debida a su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) que representa aproximadamente el 15%.

Ensenada está conformada por un mosaico muy variado de actividades productivas como servicios, comercio, pesca, agricultura, turismo e industria que constituyen formas de empleo y desarrollo que han impactado de manera distinta el escenario regional y local.

En la ciudad predominan las actividades del sector terciario, que representa el 54.2% del empleo total, el sector secundario y el sector primario tienen un peso menor pero similar entre sí, donde cada uno ocupa el 22.3% y el 20.2% respectivamente.

4.6. Usos de Suelo (PDUCP, 1992)

Los usos de suelo identificados hasta 1993 en las áreas urbanas que comprenden el centro de población se constituyen de la siguiente manera:

Los principales usos de suelo identificados son: vivienda (41.92%), infraestructura (19.63%), equipamiento (12.75%) y baldíos (10.68%). Algunos otros de menor relevancia involucran comercio y servicios, industria y turístico.

4.7. Infraestructura habitacional predominante

De acuerdo a datos proporcionados por el INEGI (2005b) el Municipio de Ensenada cuenta con 92,269 viviendas, y en su mayoría son casas independientes. Casi el 58% tienen sus techos contruidos con palma, tejamanil y madera; mientras que menos del 30% están contruidos de concreto, tabique, ladrillo o terrado con vigueta. Alrededor del 70% de los hogares cuentan con los servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica.

4.8. Características del Sitio de Muestreo

Se encuentra ubicado a la falda del Cerro del “Quequi” en el ESE de la zona urbana de Ensenada entre los 116° 37'.257 W y 31° 52'.636 N. Lo conforman un conjunto de diez módulos habitacionales de dos plantas dispuestos en dos hileras paralelas. Los edificios están contruidos de concreto, con una altura aproximada a los 14 m. Cuentan con diversas hileras de tejas postradas sobre una base de madera, ubicadas a 12 m y 4 m de altura y con orientaciones al sur, este y oeste, donde residen

ambas especies de murciélagos. Se encuentra circundado por postes y cables de alta tensión, así como por lámparas de luz blanca y amarilla en el alumbrado público (Figura 3).



Figura 3. Características arquitectónicas de los departamentos del Modulo habitacional “Monte Mar”

V. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar los hábitos alimentarios de los murciélagos urbanos *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis* residentes en la zona urbana de Ensenada, Baja California para proponer estrategias de conservación del hábitat y de las poblaciones de murciélagos presentes.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Cuantificar y describir los artículos encontrados en las excretas colectadas.
2. Determinar los tipos de presas encontrados.
3. Describir la historia natural de las presas.
4. Interpretar los hábitos alimentarios de los murciélagos urbanos relacionando los taxa de presas encontrados con su importancia en la salud publica como vectores de enfermedades o en las actividades agrícolas como plagas.
5. Proponer estrategias de conservación del hábitat y las poblaciones de murciélagos de la zona urbana de Ensenada.

VI. METODOLOGÍA

Los sitios de colecta se determinaron por medio de visitas prospectivas a lugares identificados como potenciales. Debido a las facilidades prestadas por los habitantes de los departamentos “Monte Mar”, a la presencia constante de *E. fuscus* dentro de las tejas de las construcciones y la accesibilidad para colocar las redes se eligió como sitio de muestreo, pudiendo identificar cuatro refugios (departamentos) para realizar los muestreos. Sin embargo, debido a la cercanía de una colonia de *Tadarida brasiliensis* fue necesario monitorear la presencia única de *E. fuscus* dentro de los refugios debido al método de muestreo indirecto utilizado.

Durante el 2004 y parte de 2005 las condiciones climatológicas prevalecientes en la zona mediterránea de Baja California se vieron modificadas, por lo que el periodo de lluvias se extendió hasta el mes de abril afectando en los periodos de colecta. Los muestreos se efectuaron desde julio de 2004 hasta Junio de 2005, teniendo un periodo de receso de octubre a marzo debido a las inclemencias del clima y al periodo invernal en el cual no hubo indicios de actividad de murciélagos.

6.1. Colecta de Muestras

El análisis de hábitos alimentarios (FHA) se realizó por medio de excretas de acuerdo a lo descrito por Whitaker (1988) debido a que es un método no invasivo para los ejemplares, y no representa problemas asociados con la digestión diferencial. Gran parte de los alimentos pasan rápidamente a través del tracto de los murciélagos y la mayoría de los insectos tienen exoesqueletos duros compuestos de quitina y proteínas. Whitaker *et al.* (2004) encontraron quitinasa en el tracto de *E. fuscus*, sin embargo parece no afectar, al menos en verano, las partes quitinosas más duras de los insectos.

Para la colecta indirecta de muestras se hicieron adecuaciones de las técnicas empleadas por Whitaker y Rodríguez-Duran (1999) y Sparks y Valdez (2003). Las excretas depositadas en días anteriores fueron removidas y se colocaron piezas de plástico (3 x 2 m) en el suelo justo debajo de cada refugio, aproximadamente entre las 6 y 7 de la noche. Los plásticos eran removidos a la mañana siguiente, colocando las excretas de cada refugio en bolsas independientes para su traslado al laboratorio donde fueron congeladas. Este tipo de muestreo se realizó por cuatro días en verano y un día en otoño.

Al iniciar el monitoreo en el 2005 se detectó la presencia de *Tadarida brasiliensis* dentro de los refugios, por lo que fue necesario efectuar adecuaciones a las técnicas de colecta de excretas, para obtenerlas directamente de los ejemplares.

Utilizando un sistema de poleas, se colocó una red de niebla de 6x2 m a una altura de 12 m. de manera transversal para cubrir el acceso al pasillo entre dos edificios seleccionado por su afluencia de quirópteros. Además se colocaron dos redes a manera de escuadra, una de 12 m y otra de 6 m a una altura de 5 m, utilizando un ensamble de postes de aluminio. Las redes se colocaron desde las 00:00 hasta las 7:00 hrs durante 5 días.

Con fines de conocer si existe alguna similitud en los hábitos alimentarios de las dos especies presentes en el área de estudio, al menos en la temporada de primavera, se optó por incluir los resultados del FHA de *Tadarida brasiliensis*.

Una vez capturados los murciélagos en las redes fueron retirados y colocados en vasos de plástico transparente con una servilleta en su interior para absorber la humedad. Los vasos fueron sellados con una porción de tela atada con un cordón. Transcurridos más o menos 60 min los murciélagos se retiraron de los vasos y se tomaron las medidas somáticas de cada ejemplar, posteriormente fueron liberados. Las excretas de un mismo individuo fueron almacenadas en bolsas plásticas y congeladas.

6.2. Análisis de Laboratorio

Primeramente las excretas se descongelaron y se suavizaron con agua. Con la ayuda de agujas de disección y pinzas “Carolina” se trituraron las heces ya reblandecidas y se identificaron los artículos encontrados utilizando un microscopio estereoscópico de 32x.

Siguiendo la metodología de Whitaker (1988), cada una de las excretas obtenidas por el método indirecto fue considerada como una muestra; del mismo modo, cada uno de los grupos de heces provenientes de un murciélago con el método directo. Los elementos encontrados se determinaron en los casos posibles hasta familia.

Se tomaron fotografías digitales de los artículos alimenticios mejor representados para elaborar un álbum fotográfico que se destinó para la realización del proyecto “Análisis de Textura como una herramienta para establecer estrategias de conservación de murciélagos basadas en sus hábitos alimentarios”.

Además se consultó la Colección Entomológica de CICESE para corroborar algunos artículos alimenticios con los ejemplares depositados

6.3. Fase de gabinete

Una vez identificados los artículos alimenticios, se realizaron las siguientes estimaciones :

- a) Porcentaje Promedio de volumen (%V; Whitaker, 1988; Feldman *et al.*, 2000): es el porcentaje promediado del volumen de cada tipo de artículo alimenticio en el total de la muestra. Puede ser calculado a través de estimaciones visuales o con el uso de una retícula:

La formula es:

$$\%V=(\sum v_a/\sum V_a)*100$$

Donde:

V_a = Volúmenes de cada articulo alimenticio

$\sum V_a$ = Sumatoria de los volúmenes de todos los artículos alimenticios

b) Porcentaje de Aparición (PA) (Whitaker, 1988; Feldman *et al.* 2000): es el porcentaje de aparición de cada tipo artículo alimenticio

$$PA=(O_a/NT_m)*100$$

Donde:

O_a = Ocurrencia de cada articulo alimenticio

NT_m = Numero total de muestra

c) Frecuencia Relativa (FR): Es la frecuencia de cada especie presa expresada como porcentaje de la suma de todas las frecuencias. Maehr y Brady, 1986; en Bueno (2001) proponen el uso de esta razón porque de esta manera se considera la importancia relativa de todas las presas cuando se da un valor a cada una.

$$FR=(O_a/\sum O_a)*100$$

Donde:

O_a = Ocurrencia de cada articulo alimenticio

$\sum O_a$ = Sumatoria de las Ocurrencias de todos los artículos alimentarios.

6.4. Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los datos de conteo se realizó por medio de cinco Modelos Lineales Generalizados empleando errores de tipo Poisson, el cual asume la entrada de valores enteros y cuyas varianzas son iguales a sus medias. Así mismo, los modelos se encuentran ligados a una función logarítmica que asegura que los valores ajustados son positivos (Crawley, 1993). Los modelos 1 y 2 se realizaron para el análisis de los datos provenientes de *E. fuscus*, el modelo 3 para *T. brasiliensis* y los modelos 4 y 5 para la comparación entre ambas especies:

Modelo 1

Se establecieron dos variables explicatorias, la primera fue la estación temporal (est) con 3 niveles y la segunda fue especie presa (ep) con 27 niveles. La variable de respuesta fue la frecuencia de ocurrencia (fo). Se consideraron dos tratamientos: especie depredadora y especie presa.

Modelo 2

Las dos variables explicatorias fueron las mismas que para el Modelo 1; sin embargo la variable de respuesta fue el volumen (vo). Se consideraron dos tratamientos: especie depredadora y especie presa.

Modelo 3

Se definieron dos variables explicatorias, una de ellas fue el número de individuo (in) con 12 niveles y la segunda fue especie presa (ep) con 17 niveles. La variable de respuesta fue el volumen (vo). Se consideraron dos tratamientos: número de individuo y especie presa.

Modelo 4

Se establecieron dos variables explicatorias, siendo la primera la especie depredadora (ed) con dos niveles y la segunda la especie presa (ep) con 22 niveles. La frecuencia de ocurrencia fue la variable de respuesta. Se contemplaron tres tratamientos: especie depredadora, especie presa y la interacción entre especie depredadora y especie presa.

Modelo 5

Las variables explicatorias y los tratamientos fueron los mismos que en el modelo 4; solo que, la variable de respuesta fue el volumen.

Con los valores obtenidos en los cambios de devianza de cada modelo se realizó un análisis de variancia para determinar la significancia de los tratamientos utilizando las tablas de F. Para analizar las diferencias de consumo de una especie presa en las especies depredadoras se hicieron pruebas de *t* de Student.

VII. RESULTADOS

Durante la realización de colectas de murciélagos al ocaso en las tres temporadas, se observó un mayor número de *Eptesicus fuscus* hembras, las cuales registraron evidencias de actividad reproductiva como gestación, lactancia y crianza; tratándose así, de una colonia de maternidad residente en el área urbana de Ensenada. Dicha colonia mostró disminuciones en el número de individuos contabilizados, pasando de 70 ejemplares observados en el 2004 a no más de 35 durante el 2005.

Para fines de obtención de muestras se colectaron 16 individuos de *E. fuscus*: 14 hembras en estado adulto y 2 individuos machos jóvenes. Las hembras presentaron 3 condiciones reproductivas, donde el 43% se encontraron en gestación avanzada, el 7% en fase de lactancia y el 50 % de las hembras no presentaron signos de actividad reproductiva.

Además, se colectaron excretas de *T. brasiliensis* muestreándose 12 individuos machos, 11 adultos y un joven.

De tal manera que, en el análisis de hábitos alimentarios se incluyeron los resultados obtenidos de las dos especies de murciélagos residentes en el área urbana de Ensenada.

7.1. *Eptesicus fuscus*

7.1.1. Composición de las excretas

A través del método indirecto de colecta de excretas se analizaron 141 muestras pertenecientes a las estaciones de verano y otoño provenientes de 4 refugios.

Para el muestreo en primavera se empleó el método de obtención de excretas directamente del individuo, el cual tuvo éxito en 12 especímenes de los 16 colectados, lo que representa un 75%.

Por medio del Análisis de Hábitos Alimentarios se analizaron un total de 153 muestras. Las estructuras encontradas en las heces correspondieron a 31 tipos diferentes de artículos alimenticios, determinándose la presencia de 19 Familias comprendidas en 7 Ordenes y 5 Ordenes (Cuadro 1). Algunas estructuras se observaron altamente trituradas por lo que no fue posible su identificación hasta Orden, sin embargo se consideraron dentro del grupo de artículos no identificados.

Además se conformaron 16 grupos alimenticios constituidos por 12 Ordenes de insectos y 4 grupos mas que si bien no representan algún tipo de especie presa, forman parte de los elementos identificados en las excretas, y son órganos internos, vegetación, huevos y artículos no identificados.

Los artículos alimentarios que ocuparon los principales Porcentajes de Volumen (%V) fueron los quironómidos (35.6%) y coleópteros no identificados (22.7%). Los artículos menos representados en volumen fueron de las familias Coreidae y Muscoidea (0.03) y el orden Plecoptera (0.02%; Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de Volumen de los artículos alimenticios encontrados en un Volumen total de 15300 en 153 excretas de *E. fuscus* en el área urbana de Ensenada, Baja California.

ARTICULO ALIMENTICIO	Porcentaje de Volumen			
	Promedio	Verano	Otoño	Primavera
DIPTERA				
Chironomidae	35.6	35.0	51.1	8.1
Tipulidae	0.7	0.7		1.5
Sciaridae	0.2	0.2		
Culicidae	0.1	0.04	0.2	0.3
Otitidae	0.05	0.06		
Muscoidea	0.03	0.04		
No Identificados	3.1	4.0	0.08	1.08
Total	(39.8)	40.04	51.38	10.1
COLEOPTERA				
Scarabaeidae	10.9	12.7	1.6	12.9
Carabidae	2.3	2.4	1.0	3.8
Tenebrionidae	0.2	0.2		
Chrysomelidae	0.1	0.1	0.2	
No Identificados	22.7	22.2	14.5	44.9
Total	(36.2)	37.6	17.3	61.6
LEPIDOPTERA				
No Identificados	(6.5)	6.2	4.0	14.4

Continuación Cuadro 1.

ARTICULO ALIMENTICIO	Porcentaje de Volumen			
	Promedio	Verano	Otoño	Primavera
HEMIPTERA				
Lygaeidae	0.8	0.6	2.0	
Corixidae	0.1	0.1		
Nabidae	0.1	0.02		0.8
Coreidae	0.03	0.04		
No identificados	5.4	3.1	18.2	
Total	(6.43)	3.86	20.2	0.8
HYMENOPTERA				
Formicidae	1.3	1.3	0.9	2.1
Ichneumonidae	0.9	0.8		4.2
Total	(2.2)	2.1	0.9	6.3
TRICHOPTERA				
No identificados	(1.4)	1.8		0.5
ACARI				
No identificados	(0.9)	1.1	0.1	0.4
HOMOPTERA				
Cicadellidae	(0.7)	0.9	0.1	1.0
NEUROPTERA				
Hemerobiidae	(0.3)	0.4		0.1
EPHEMEROPTERA				
No identificados	(0.1)	0.03		0.1
ORTHOPTERA				
Gryllidae	(0.04)	0.05		
PLECOPTERA				
No Identificados	(0.02)	0.03		
OTROS ARTICULOS				
DE INSECTOS				
Órganos Internos	3.6	4.1	2.9	1.1
Huevos	0.2	0.1	0.1	0.1
No. identificados	1.5	1.3	3.1	
Total	(5.3)	5.5	6.1	1.2
VEGETACION	(0.5)	0.5		1.7
TOTALES	(100.4)	100.11	100.08	99.08

Los grupos alimenticios que ocuparon los principales %V en las excretas fueron los dípteros (40%) y los coleópteros (36%), mientras que los menos representados fueron ortópteros (0.04%) y plecópteros (0.02%; Figura 4).

El 83.01% de las muestras presentaron restos de quironómidos (Diptera), el 73.2% presentó coleópteros no identificados, seguido por los lepidópteros con un 48.3%. Los elementos menos frecuentes fueron de las Familias Coreidae (Hemiptera), Muscoidea (Diptera) y Orden Plecoptera con un 0.65% de porcentaje de aparición (PA; Cuadro 2).

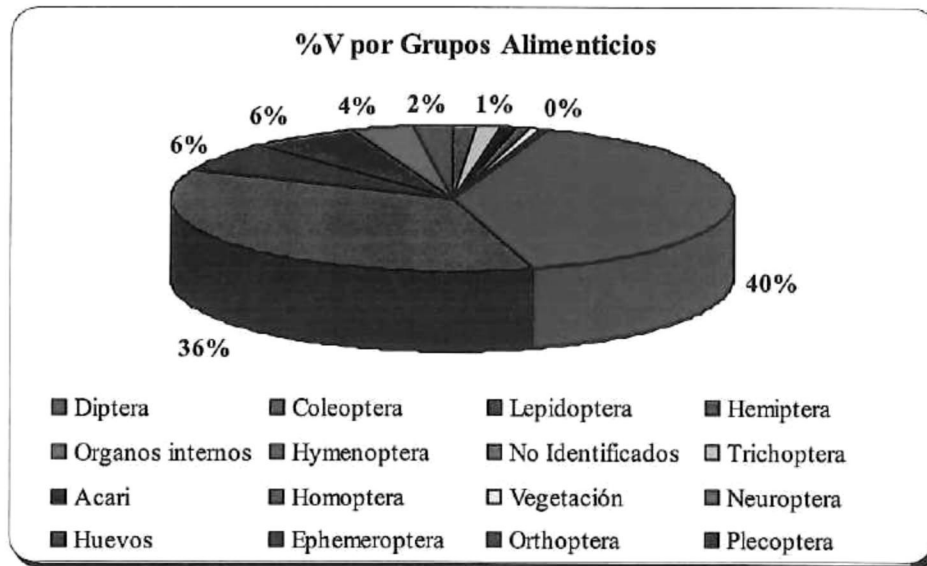


Figura 4. Porcentaje de Volumen de los grupos alimenticios identificados en un volumen total de 15300 en 153 muestras fecales de *E. fuscus* en el área urbana de Ensenada, Baja California.

Cuadro 2. Porcentaje de Aparición de los artículos alimenticios encontrados en 153 excretas de *E. fuscus* en el área urbana de Ensenada, Baja California.

Artículo Alimenticio	PA (%)	Artículo Alimenticio	PA(%)
Chironomidae	83.0	Hemerobiidae	6.5
Coleoptera NI	73.2	Lygaeidae	6.5
Lepidoptera	48.4	Ephemeroptera	5.9
Hemiptera NI	35.4	Huevos	5.23
Scarabaeidae	32.0	Chrysomelidae	2.6
Diptera NI	22.2	Gryllidae	2.61
Órganos Internos	20.4	Corixidae	2.0
Cicadellidae	18.3	Culicidae	2.0
Acari	15.4	Sciaridae	1.3
Formicidae	13.1	Nabidae	1.3
No Identificados	12.4	Otitidae	1.3
Carabidae	11.8	Tenebrionidae	1.3
Tipulidae	9.8	Coreidae	0.7
Ichneumonidae	8.5	Muscoidea	0.7
Trichoptera	6.5	Plecoptera	0.7
Vegetación	6.5		

Los grupos alimenticios con el mayor PA en las excretas estuvieron representados por los dípteros (84.9%), en siguiente orden de aparición se encontró a los coleópteros (78.4%) continuando con lepidópteros (48.3%) y hemípteros (39.8%). Los grupos menos conspicuos en su PA fueron huevos de insectos (5.2%), los Ordenes Ephemeroptera (3.3%), Orthoptera (1.31%) y Plecoptera (0.65%; Figura 5).

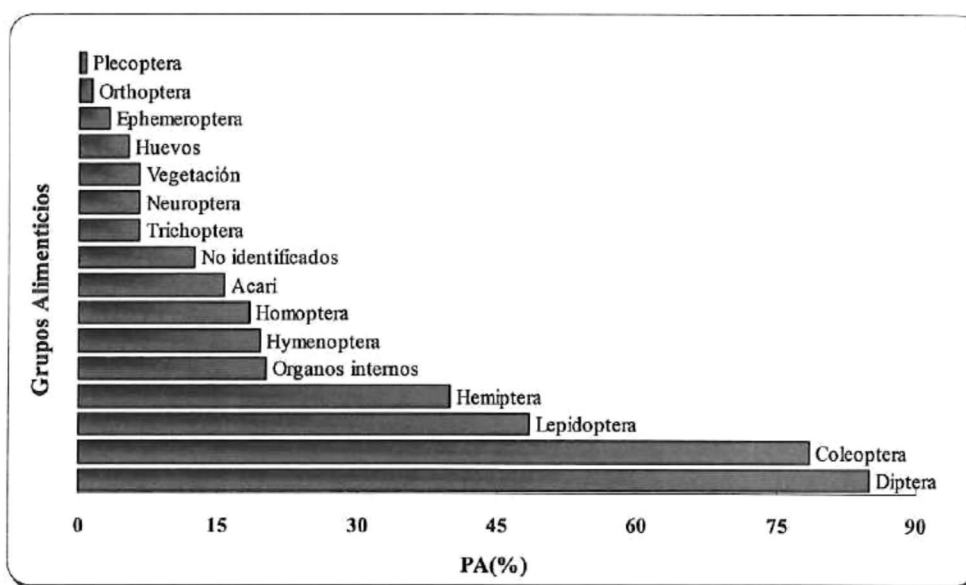


Figura 5. Porcentajes de Aparición de los grupos alimenticios en 153 excretas de *E. fuscus* en la zona urbana de Ensenada, Baja California.

La frecuencia relativa (FR) de los principales artículos encontrados en una frecuencia absoluta (FA) de 700 fue dominada por quironómidos con 18.1%, coleópteros el 16%, lepidópteros 10.5% y hemípteros con 7.7%. Los mas inconspicuos de la misma manera fueron Coreide, Muscoidea y Plecoptera conformando el 0.14% de FR cada uno.

Los dípteros comprendieron el 24% de los restos encontrados en las muestras fecales de *E. fuscus*, mientras que los coleópteros obtuvieron el 21%, siguieron los lepidópteros (13%) y Hemípteros con un (11%). Los grupos de menos consideración en cuanto a FR se refiere son los efemerópteros (0.9%), ortópteros (0.4%) y plecópodos (0.2%). Únicamente en 19 muestras (12.4%) del total se tuvo material sin

identificar, es decir, el 3.3% de los elementos analizados no pudieron ser clasificados dentro de algún grupo alimenticio. (Figura 6).

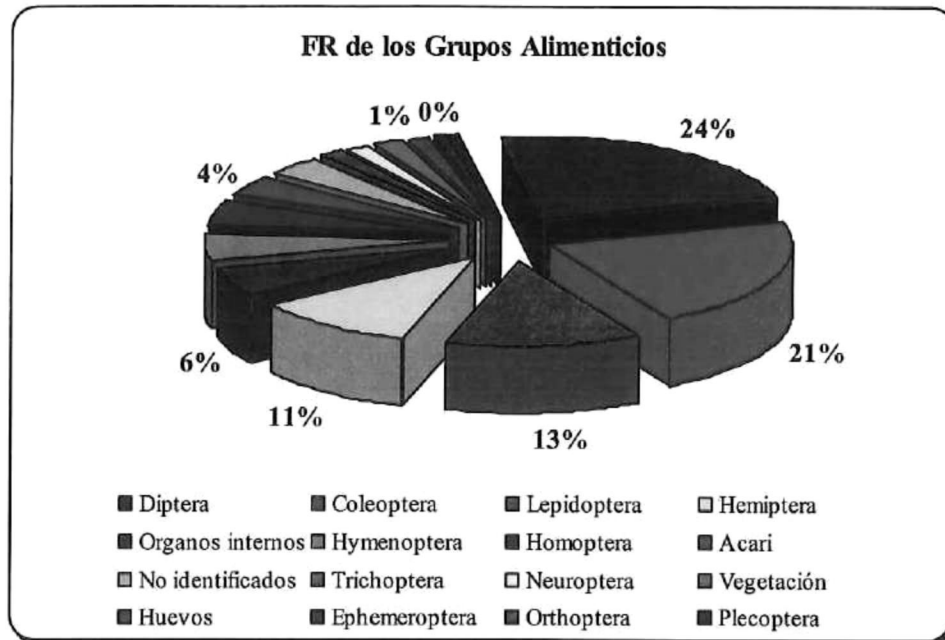


Figura 6. Frecuencia Relativa de los grupos alimenticios identificados en 153 muestras fecales de *E. fuscus* con una frecuencia absoluta de 563 en el área urbana de Ensenada, Baja California.

7.1.2. Análisis Estadístico

El modelo lineal generalizado resultante para el análisis del Porcentaje de Volumen de los artículos alimenticios fue $1 + EST$. La devianza total del sistema generada a partir del análisis de la matriz de datos fue de 43106 con 55 grados de libertad. El tipo de especie presa (EP) explicó en un 82.49% el volumen ocupado en las excretas de *E. fuscus* y la estación temporal (EST) explicó en un 12.12% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables del modelo lineal generalizado aplicado a los datos de volumen obtenidos del análisis de 153 excretas de *E. fuscus* de la zona urbana de Ensenada, Baja California.

Variabes	Devianza explicada	% de explicación	g.l.	X ² ($\alpha=0.05$)
Especie Presa	35562	82.49%	26	*
Estación	5226	12.12%	2	*
Devianza Total	43106	100	55	

* significativo

El modelo mostró diferencias significativas ($p<0.05$) entre los volúmenes ocupados por las especies presa, así como diferencias en su volumen en las tres estaciones (Cuadro 4).

Se registró la presencia de 10 especies presa consumidas a lo largo de las tres estaciones, y los mayores Porcentajes de Volumen se observaron para el verano y otoño en quironómidos (35.1% y 51.1%) y coleópteros no identificados (22.2% y 14.5%); en primavera coleópteros no identificados (44.9%) y lepidópteros (14.4%) (Cuadro 5).

El modelo lineal generalizado para el análisis de Frecuencia de Ocurrencia resultante fue $1 + EST + EP$. Del análisis de la matriz de datos resultó una devianza total del sistema de 1662.7 con 80 grados de libertad. El tipo de especie presa (EP) explicó en un 57.4% la presencia de las presas en las excretas de *E. fuscus* y la estación temporal (EST) explicó en un 37.1% (Cuadro 6).

El modelo mostró diferencias significativas ($p<0.05$) entre las frecuencias de aparición de las especies presa, así como diferencias en su ocurrencia en las tres estaciones. Los PA se pueden observar en Cuadro 7 y las FR en la Figura 7 para cada una de las estaciones.

Los PA en las 10 especies presa consumidas a lo largo de las tres estaciones, fueron dominados en verano y otoño por quironómidos (86.2% y 84) y por coleópteros no identificados (78.5% y 40%) ; en primavera por coleópteros no identificados (91.7%) y lepidópteros (58.3%) (Cuadro 8).

Cuadro 4. Listado de especies presa consumidas, desplegadas en orden descendente de porcentaje de volumen ocupado en las excretas de *E. fuscus* de la zona urbana de Ensenada, Baja California para cada una de las tres temporadas.

Estación 1 (Verano) N= 116 EPC=27		Estación 2 (Otoño) N= 25 EPC=13		Estación 3 (Primavera) N=12 EPC=16	
Especie Presa	%V	Especie Presa	%V	Especie Presa	%V
Chironomidae	35.1	Chironomidae	51.1	Coleoptera NI	44.9
Coleoptera NI	22.2	Hemiptera NI	18.2	Lepidoptera	14.4
Scarabaeidae	12.6	Coleoptera NI	14.5	Scarabaeidae	12.9
Lepidoptera	6.2	Lepidoptera	4.0	Chironomidae	8.1
Diptera NI	3.9	Lygaeidae	2.0	Ichneumonidae	4.2
Hemiptera NI	3.1	Scarabaeidae	1.6	Carabidae	3.8
Carabidae	2.4	Carabidae	1.0	Formicidae	2.1
Trichoptera	1.8	Formicidae	0.9	Tipulidae	1.5
Formicidae	1.3	Chrysomelidae	0.2	Diptera NI	1.1
Acari	1.1	Culicidae	0.2	Cicadellidae	1.0
Cicadellidae	0.9	Acari	0.1	Nabidae	0.8
Ichneumonidae	0.8	Cicadellidae	0.1	Hemerobiidae	0.7
Tipulidae	0.7	Diptera NI	0.08	Trichoptera	0.5
Lygaeidae	0.6			Acari	0.4
Hemerobiidae	0.4			Culicidae	0.3
Tenebrionidae	0.2			Ephemeroptera	0.08
Sciaridae	0.2				
Corixidae	0.1				
Chrysomelidae	0.1				
Ephemeroptera	0.01				
Otitidae	0.1				
Gryllidae	0.1				
Coreidae	0.04				
Muscoidea	0.04				
Culicidae	0.04				
Plecoptera	0.03				
Nabidae	0.02				

N=numero de muestra; EPC= Numero de especies presa consumidas por temporada.

Cuadro 5. Porcentaje de Volumen por temporada de las especies presa consumidas en las tres estaciones por *E. fuscus* residente en la zona urbana de Ensenada, Baja California.

Especie Presa	Porcentaje de Volumen			
	Promedio	Verano	Otoño	Primavera
Chironomidae	35.6	35.1	51.1	8.1
Coleoptera NI	22.7	22.2	14.5	44.9
Scarabaeidae	10.9	12.6	1.6	12.9
Lepidoptera	6.5	6.2	4.0	14.4
Diptera NI	3.1	3.9	0.08	1.1
Carabidae	2.3	2.4	1.0	3.8
Formicidae	1.3	1.3	0.9	2.1
Acari	0.9	1.1	0.1	0.4
Cicadellidae	0.7	0.9	0.1	1.00
Culicidae	0.1	0.04	0.2	0.3
<i>Sumatoria de %V</i>	<i>15300</i>	<i>11600</i>	<i>2500</i>	<i>1200</i>

Cuadro 6. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables del modelo lineal generalizado aplicado a los datos de Frecuencia de Ocurrencia obtenidos del análisis de 153 excretas de *E. fuscus* de la zona urbana de Ensenada, Baja California.

Variables	Devianza explicada	% de explicación	g.l.	X ² (α=0.05)
Especie Presa	954.8	57.4	26	*
Estación	617.3	37.1	2	*
Devianza Total	1662.7	100	80	

* significativo

Cuadro 7. Listado de especies presa consumidas desplegadas en orden descendente de aparición en las excretas de *E. fuscus* en la zona urbana de Ensenada, Baja California para cada una de las tres temporadas.

Estación 1 (Verano) N= 116 EPC=27		Estación 2 (Otoño) N= 25 EPC=13		Estación 3 (Primavera) N=12 EPC=16	
Especie Presa	%F	Especie Presa	%F	Especie Presa	%F
Chironomidae	86.2 +	Chironomidae	84 +	Coleoptera NI	91.7 +
Coleoptera NI	78.5	Hemiptera NI	80	Lepidoptera	58.3
Lepidoptera	50.9	Coleoptera NI	40	Chironomidae	50.0
Scarabaeidae	38.8	Lepidoptera	32	Cicadellidae	33.3
Diptera NI	35.3	Formicidae	12	Scarabaeidae	25.0
Hemiptera NI	29.3	Carabidae	8	Tipulidae	25.0
Cicadellidae	19.8	Scarabaeidae	4	Hemerobiidae	25.0
Acari	19.0	Diptera NI	4	Diptera NI	16.7
Formicidae	13.8	Cicadellidae	4	Ichneumonidae	16.7
Carabidae	12.1	Acari	4	Trichoptera	16.7
Tipulidae	10.3	Lygaeidae	4	Acari	8.3
Ichneumonidae	9.5	Chrysomelidae	4	Formicidae	8.3
Lygaeidae	7.8	Culicidae	4 -	Carabidae	8.3
Trichoptera	7.0			Ephemeroptera	8.3
Hemerobiidae	6.0			Culicidae	8.3
Ephemeroptera	3.5			Nabidae	8.3 -
Chrysomelidae	2.6				
Corixidae	2.6				
Gryllidae	1.7				
Tenebrionidae	1.7				
Otitidae	1.7				
Sciaridae	1.7				
Culicidae	0.9				
Nabidae	0.9				
Plecoptera	0.9				
Muscoidea	0.9				
Coreidae	0.9 -				

N=numero de muestra; EPC= Numero de especies presa consumidas por temporada.

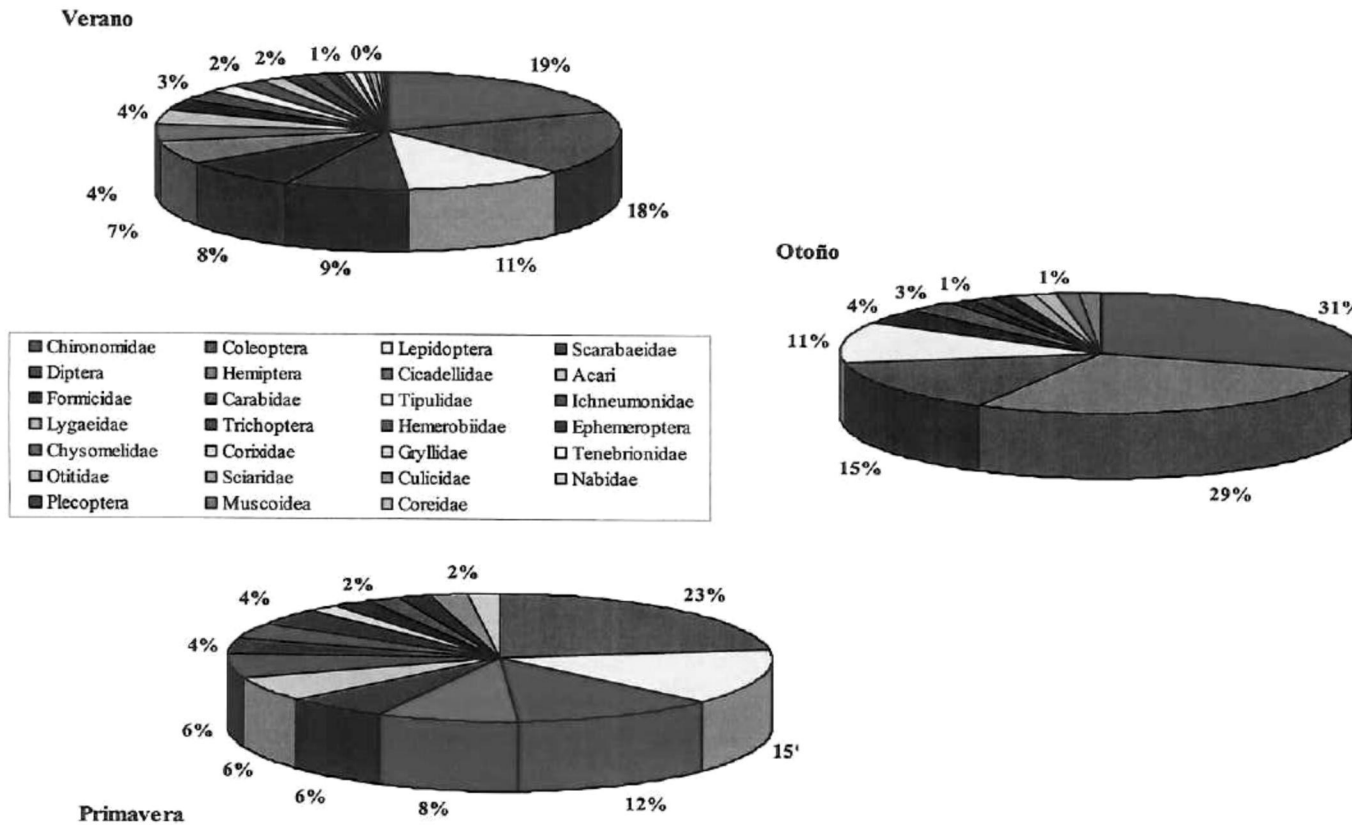


Figura 7. Frecuencias Relativas de los artículos alimenticios para cada temporada (FA: Verano=515; Otoño=71; Primavera 49) registradas en 153 excretas de *E. fuscus* en el área urbana de Ensenada, Baja California.

Cuadro 8. PA totales y por temporada de las especies presa consumidas en las tres estaciones por *E. fuscus* residente en la zona urbana de Ensenada, Baja California.

Especie Presa	Porcentaje de Aparición			
	Promedio	Verano	Otoño	Primavera
Chironomidae	83.0	86.2	84.0	50.0
Coleoptera NI	73.2	78.5	40.0	91.7
Lepidoptera	48.4	50.9	32.0	58.3
Scarabaeidae	32.0	38.8	1.4	25.0
Diptera	22.2	35.3	1.4	16.7
Cicadellidae	18.3	19.8	1.4	33.3
Acari	15.7	19.0	1.4	8.3
Formicidae	13.1	13.8	4.2	8.3
Carabidae	11.8	12.1	2.8	8.3
Culicidae	2.0	0.2	1.4	8.3
N=	153	116	25	12

7.2. *Tadarida brasiliensis*

7.2.1. Composición de las excretas

Durante los meses de mayo y junio de 2005 se colectaron 12 individuos machos y la obtención de muestras fue posible en todos los individuos utilizando el método directo.

El análisis de 12 muestras fecales indicó que, los elementos encontrados correspondieron a 20 diferentes tipos de artículos alimentarios. Se determinó la ocurrencia de 12 Familias pertenecientes a 8 Órdenes y dos órdenes adicionales. Los artículos alimenticios fueron agrupados en 11 categorías compuestas de 8 Ordenes y tres grupos referentes a otros materiales que no representan especies presas *per se* pero forman parte de los restos encontrados en las excretas (vegetación, órganos internos y huevos).

Los principales %V de los artículos alimenticios fueron registrados por los lepidópteros (29.2%) y los quironómidos (15.8%). Los menores %V se presentaron en Tipulidae, Muscoidea y Corixidae (0.08%; Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de Volumen de los artículos alimentarios identificados en 12 excretas de *T. brasiliensis* en la zona urbana de Ensenada, Baja California

ARTICULO ALIMENTICIO	%V
DIPTERA	
Chironomidae	15.8
Tipulidae	0.1
Culicidae	0.2
Muscoidea	0.1
No Identificados	0.8
Total	17.0
COLEOPTERA	
Scarabaeidae	7.5
No Identificados	15.0
Total	22.5
LEPIDOPTERA	
No Identificados	29.2

Continuación Cuadro 9

ARTICULO ALIMENTICIO	%V
HEMIPTERA	
Lygaeidae	2.5
Miridae	1.4
Coreidae	0.3
Corixidae	0.1
No identificados	4.2
Total	8.5
HYMENOPTERA	
Formicidae	0.3
ACARI	
No identificados	8.2
HOMOPTERA	
Cicadellidae	2.7
NEUROPTERA	
Hemerobiidae	0.3
OTROS ARTICULOS	
DE INSECTOS	
Órganos Internos	9.3
Huevos	1.8
Total	11.1
VEGETACION	0.4
TOTALES	100.1

Los %V de los grupos alimenticios fueron mas significativos en lepidópteros (29.2%) y coleópteros (22.5%), mientras que los menos conspicuos fueron neurópteros e himenópteros (0.35% cada uno; Figura 8).

El PA mayor se observó en Lepidoptera con un 91.7%, seguido de Coleoptera no identificados con el 58.3%, órganos internos en un 50% y Chironomidae el 41.7%. Los artículos con menor PA fueron Tipulidae, Scarabaeidae, Corixidae, Muscoidea y Vegetación con 8.3% (Cuadro 10).

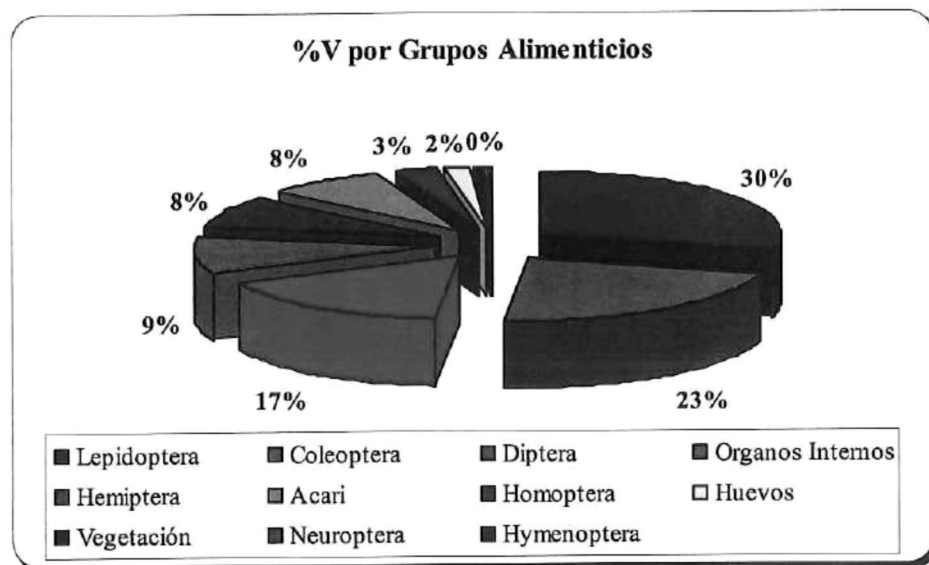


Figura 8. Porcentaje de Volumen de los grupos alimenticios identificados en un volumen total de 1200 en 12 muestras fecales de *T. brasiliensis* en el área urbana de Ensenada, Baja California.

Cuadro 10. Porcentaje de Aparición de los artículos alimentarios identificados en 12 excretas de *T. brasiliensis* en la zona urbana de Ensenada, Baja California

Artículo Alimenticio	PA (%)	Artículo Alimenticio	PA (%)
Lepidoptera	91.7	Culicidae	16.7
Coleoptera NI	58.3	Hemerobiidae	16.7
Órganos Internos	50.0	Miridae	16.7
Chironomidae	41.7	Coreidae	16.7
Acari	33.3	Formicidae	16.7
Cicadellidae	33.3	Tipulidae	8.3
Huevecillos	33.3	Scarabaeidae	8.3
Lygaeidae	25.0	Corixidae	8.3
Diptera NI	25.0	Muscoidea	8.3
Hemiptera NI	25.0	Vegetación	8.3

Las frecuencias relativas indican que los lepidópteros comprenden el 16.9 %, los coleópteros no identificados el 10.7%, mientras que los órganos internos y quironómidos 9.2% y 7.7 % respectivamente.

Los grupos con el PA mas alto fueron lepidópteros (91.6%), coleópteros (66.6%) y dípteros (58.3%). Por otro lado, los menos representados fueron los himenópteros y neurópteros con (16.6%) y restos de vegetación con un (8.3%) (Figura 9).

La FR entre los grupos alimenticios mas conspicuos estuvo distribuida de la siguiente manera: Lepidoptera (20.3%), Coleoptera (14.8%) y Diptera (12.9%); mientras que los registros mas bajos pertenecieron a Hymenoptera y Neuroptera (3.7%) y restos de vegetación (1.85%) (Figura 10).

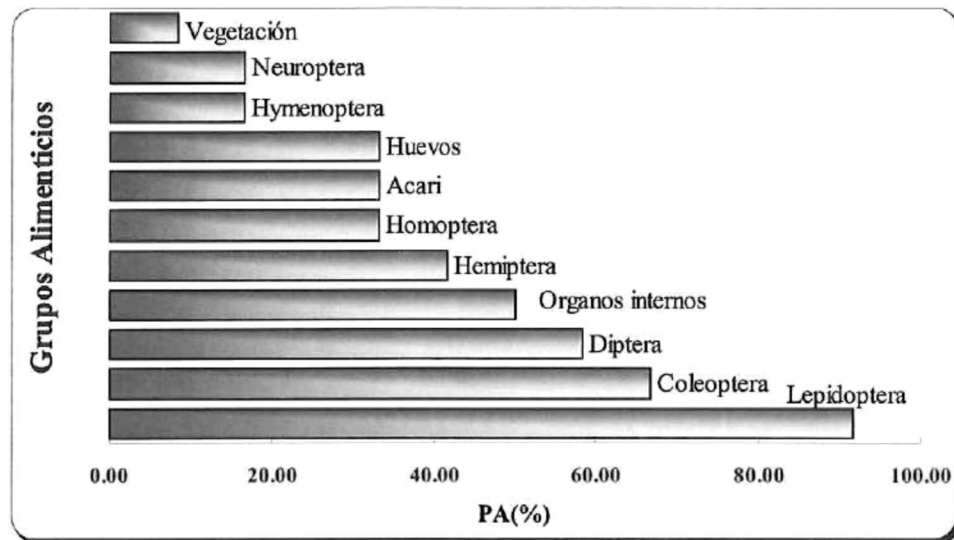


Figura 9. Porcentaje de Aparición de los grupos alimenticios registrados en 12 excretas de *T. brasiliensis*, en el área urbana de Ensenada, Baja California.

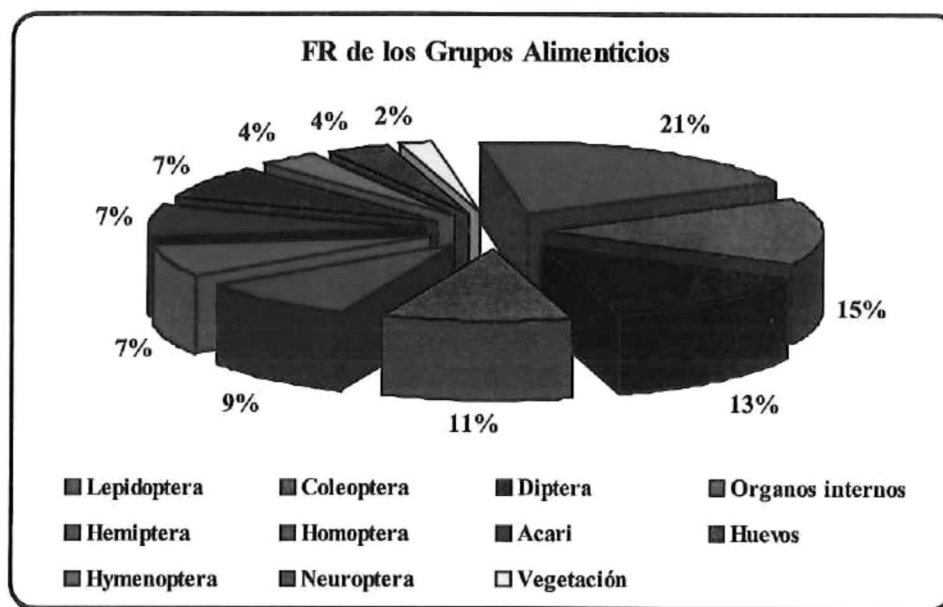


Figura 10. Frecuencias Relativas de los Grupos Alimenticios considerando una frecuencia absoluta de 54, en 12 muestras fecales de *T. brasiliensis* en la zona urbana de Ensenada, Baja California.

7.2.2. Análisis Estadístico

El modelo lineal generalizado obtenido fue $1 + IN + EP$, por medio del análisis de los datos se generó una devianza total de 1241.6 con 53 grados de libertad. El tipo de especie presa (EP) explicó en un 58.16% la presencia de las presas en las muestras fecales de *T. brasiliensis* y el numero de individuo (IN) explicó un 22.42% (Cuadro 11)

Cuadro 11. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables del modelo lineal generalizado aplicado a los datos obtenidos del análisis de 12 excretas de *T. brasiliensis* de la zona urbana de Ensenada, Baja California.

Variables	Devianza explicada	% de explicación	g.l.	X^2 ($\alpha=0.05$)
Especie Presa	722.22	58.16%	26	*
Individuo	278.38	22.42	42	*
Devianza Total	1241.6	100	53	

* significativo

El modelo mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tipo de especie presa, así como diferencias entre los artículos consumidos entre los individuos muestreados.

7.3. *Eptesicus fuscus* vs. *Tadarida brasiliensis* en primavera

El modelo lineal generalizado generado fue $1 + ED + EP + ED \cdot EP$. Al realizar el análisis de la matriz de datos se obtuvo una devianza total de 117.30 con 43 grados de libertad. El tipo de especie presa (EP) explicó en un 71.6% la incidencia de las presas en las excretas en ambas especies de murciélagos, *E. fuscus* y *T. brasiliensis*, la interacción entre el tipo de presa y la especie depredadora explicó un 28.18% y la especie depredadora explicó en un 0.20% (Cuadro 12).

Además el modelo lineal generalizado presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las especies presas consumidas por cada especie (Cuadro 13) principalmente por el consumo de tres tipos de presa entre las dos especies depredadoras. (Cuadro 14).

Cuadro 12. Devianza, porcentajes de explicación y grados de libertad de las dos variables y la interacción del modelo lineal generalizado aplicado a los datos obtenidos del análisis comparativo de 12 excretas de *E. fuscus* y 12 de *T. brasiliensis* de la zona urbana de Ensenada, Baja California.

Variables	Devianza explicada	% de explicación	g.l.	X ² (α=0.05)
Especie Presa	84.05	71.60	1	*
Especie Depredadora	0.24	0.20	21	n.s.
Interacción ED-EP	33.08	28.18	21	*
Devianza Total	117.38	100	43	

* significativo; n.s. (no significativo)

Cuadro 13. Listado de especies presa consumidas, desplegadas en orden descendente de %V y PA en excretas de *E. fuscus* y *T. brasiliensis* de la zona urbana de Ensenada, Baja California.

<i>Tadarida brasiliensis</i> N= 12 EPC= 17 SV=1200				<i>Eptesicus fuscus</i> N= 12 EPC=16 SV=1200		
Especie Presa	V%	F%	+	Especie Presa	V%	F%
Lepidoptera	29.2	91.7		Coleoptera NI	44.9	91.7
Coleoptera NI	15.0	58.3		Lepidoptera	14.4	58.3
Chironomidae	15.8	41.7		Chironomidae	8.1	50.0
Acari	8.2	33.3		Cicadellidae	1.0	33.3
Cicadellidae	2.7	33.3		Scarabaeidae	12.9	25.0
Hemiptera NI	4.2	25.0		Tipulidae	1.5	25.0
Lygaeidae	2.5	25.0		Hemerobiidae	0.7	25.0
Diptera NI	0.8	25.0		Trichoptera	0.5	16.7
Coreidae	0.3	16.7		Ichneumonidae	4.2	16.7
Miridae	1.4	16.7		Diptera NI	1.1	16.7
Hemerobiidae	0.3	16.7		Acari	0.4	8.3
Culicidae	0.2	16.7		Carabidae	3.8	8.3
Formicidae	0.3	16.7		Culicidae	0.3	8.3
Scarabaeidae	7.5	8.3		Formicidae	2.1	8.3
Tipulidae	0.1	8.3		Nabidae	0.8	8.3
Muscoidea	0.1	8.3		Ephemeroptera	0.1	8.3
Corixidae	0.1	8.3				

N= numero de muestra; EPC= Numero de especies presa consumidas por temporada.
SV= Sumatoria de % de Volumen

Cuadro 14. Resultado de la comparación (por numero de aparición de especie presa) entre las muestras fecales de *E. fuscus* y *T. brasiliensis* de la zona urbana de Ensenada, Baja California por medio del estadístico *t de student*.

Tipo de Presa	Especie Depredadora	t c	t t	g.l.=21
Lepidoptera	<i>Tadarida brasiliensis</i>	4.414	1.721	*
Coleoptera	<i>Eptesicus fuscus</i>	3.7	1.721	*
Acari	<i>Tadarida brasiliensis</i>	2.120	1.721	*

- significativo

Los %V de los grupos alimenticios consumidos por los murciélagos insectívoros urbanos de Ensenada están repartidos principalmente de la siguiente manera: Coleoptera 42%, Lepidoptera (22%) y Diptera (14%; Figura 11).

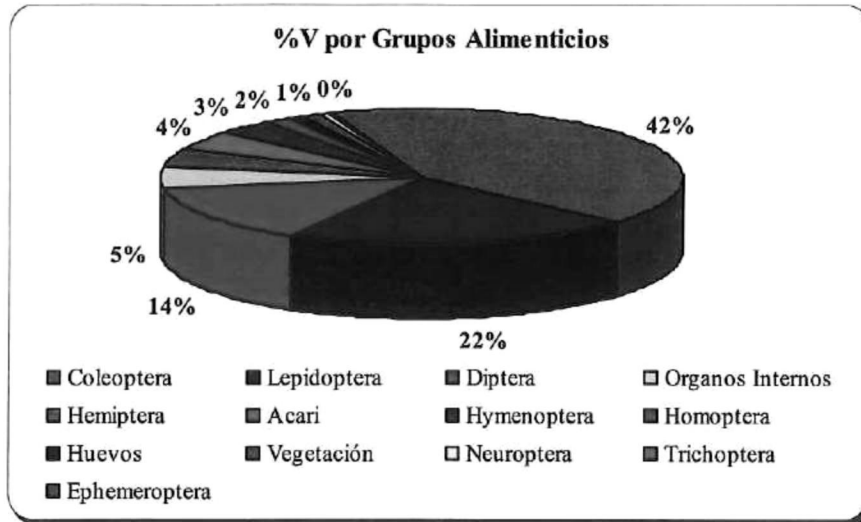


Figura 11. Porcentaje de Volumen de los grupos alimenticios con una SV de 2400 en 24 murciélagos urbanos correspondientes a dos especies (*E. fuscus* y *T. brasiliensis*) de Ensenada, Baja California.

Los hábitos alimentarios de los murciélagos insectívoros residentes en la zona urbana de Ensenada, Baja California están dominados, por la presencia en heces, de coleópteros (22%), dípteros (18%) y lepidópteros (17%; Figura 12).

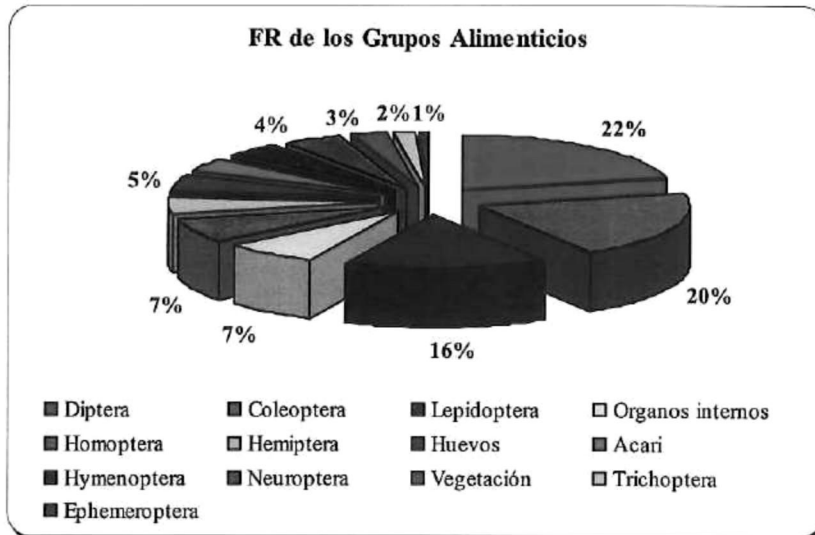


Figura 12. FR de los grupos alimenticios con una frecuencia absoluta de 114 en 24 murciélagos urbanos correspondientes a dos especies (*E. fuscus* y *T. brasiliensis*) de Ensenada, Baja California.

VIII. DISCUSIÓN

8.1. Generalidades

En base a lo revisado, este es el primer estudio realizado en México para identificar los hábitos alimentarios de murciélagos insectívoros. El volumen del material identificado fue del 99% en 165 muestras totales, incluyendo las de *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*.

En términos poblaciones se registró una disminución de los individuos observados, pasando de 70 ejemplares de *E. fuscus* en el 2004 a no más de 35 en el 2005. Los motivos de estas disminuciones se desconocen aunque podría tratarse de un desplazamiento propiciado por el establecimiento de *T. brasiliensis* en los refugios.

8.2. *Eptesicus fuscus*

Los hábitos alimentarios de la colonia de maternidad del murciélago moreno (*Eptesicus fuscus*) residente de la zona urbana de Ensenada, Baja California están estrechamente relacionados a los hábitos de forrajeo y vuelo; así como a su estructura mandibular constituida por un reducido número de piezas dentales largas y gruesas que le permiten la captura de una amplia gama de insectos de diferentes tallas, especialmente de los voladores con cuerpos quitinosos. (Whitaker, 1972; Freeman, 1979 en Findley y Wilson, 1982; Fenton y Bogdanowicz, 2002. Su condición de insectívoro aéreo lo habilita para la captura de presas que presentan estrategias de vuelo compatibles, incluso frecuentar cuerpos de agua para alimentarse (Barclay y Brigham, 1991 y Whitaker, 1994). Según Duchamp *et al.* (2004) *Eptesicus fuscus* parece mostrar habilidades para volar a través de hábitat poco favorables para llegar a los sitios de forrajeo y ser bastante tolerante al desarrollo urbano alrededor de los refugios, lo que podría

explicar su detección alrededor del alumbrado público alimentándose de los insectos atraídos por las lámparas, así como la habilidad para acceder a los refugios a través de cables de alta tensión, árboles y demás elementos urbanos.

Con el análisis de excretas, se determinó la presencia de 31 artículos alimenticios en 153 muestras provenientes de *E. fuscus*, destacando por su frecuente aparición y volumen relativo los quironómidos (Diptera) y coleópteros no identificados. Estos resultados mostraron poca similitud con estudios realizados en otras latitudes. En el estado de Indiana, Estados Unidos diversos trabajos reportan consumo principalmente de coleópteros de las familias Scarabaeidae y Carabidae, *Diabrotica undecimpunctata* y Coleópteros no identificados; así como de lepidópteros, himenópteros de las familias Formicidae e Ichneumonidae y quironómidos (Diptera); teniendo como áreas de alimentación grandes bosques de encino y zonas agrícolas (Whitaker, 1995; Whitaker y Weeks, 2001). Al comparar estos resultados con los obtenidos en otros ambientes áridos en Israel, se observó una dominancia en el consumo de lepidópteros y coleópteros de la familia Scarabaeidae por parte de *E. bottae* (Feldman *et al.*, 2000).

En este análisis comparativo *E. fuscus* muestra estrategias generalistas de alimentación dado a que no exhibe un patrón definido de consumo por un tipo de presas. Sin embargo, dentro de la amplia gama tiende a centrar sus hábitos alimentarios en algunas de ellas presentando variaciones estacionales. Dado que sus hábitos alimentarios están influenciados por las condiciones en espacio y tiempo, no es posible establecer “normas” en su alimentación; aun cuando se ha mencionado que tiende al consumo de coleópteros y hemípteros (Whitaker, 1972; Fenton y Fleming; 1976; Whitaker, 2004).

Algunos factores que pudieran contribuir a obtener determinado tipo de alimento son la disponibilidad y la rentabilidad o calidad de la misma presa (contenido nutricional, dificultad de captura, etc), cantidad (abundancia, biomasa) y variedad (riqueza) de presas, hambre del depredador, experiencia para localizar y capturar el alimento (Grindal y Brigham, 1999, Gullan y Cranston, 2000). Sin embargo, Whitaker (1994) menciona que en murciélagos, la alimentación es un

balance entre disponibilidad y selectividad del alimento presentándose dos niveles de selección. El primero ocurre cuando los murciélagos seleccionan sus sitios de forrajeo. La segunda se efectúa cuando eligen sus presas de entre los insectos disponibles en sus áreas de forrajeo, refiriéndose como “disponibles” los insectos voladores que habitan o transitan por las rutas de los murciélagos cuando éstos salen de sus refugios y que pudieran tener la capacidad de capturar y consumir. Es posible que el primer nivel de selección sea el más importante debido a que propicia que los murciélagos se muevan a los lugares donde están las especies presa de su preferencia; sin embargo, la disponibilidad en la mayoría de los estudios es estimada considerando solo el segundo nivel (Whitaker, 1994).

En condiciones óptimas, regularmente en el verano, los murciélagos tienen la posibilidad de seleccionar su alimento dentro de una variedad de insectos (Anthony y Kunz, 1977; Swift y Racey, 1983; Whitaker, 2004) Esto puede verse reflejado en los resultados obtenidos del análisis de 116 excretas colectadas en esta temporada, donde se obtuvo la mayor riqueza de especies registrada durante el ciclo de muestreo con 27 especies presa, predominando la aparición de quironómidos, coleópteros no identificados y lepidópteros. Esto difiere de Whitaker *et al.* (1997) y Whitaker (2004) que reportan mayor consumo de coleópteros (principalmente carábidos y scarabaeidos) y hemípteros en verano. Los volúmenes relativos de las presas consumidas en verano mostraron una gran dispersión de sus valores; sin embargo la mayoría de las presas conformaron volúmenes reducidos. Los valores más altos se registraron en quironómidos y coleópteros no identificados.

Es posible que la disponibilidad de una mayor diversidad de presas, esté favorecida por las condiciones climatológicas locales. El verano en la región mediterránea de Baja California, se caracteriza por periodos de secas, usualmente antecedidas por incendios intensos, lo cual probablemente permite un incremento en las temperaturas favoreciendo la presencia de diversos insectos disponibles para los murciélagos como mencionan Rydell y Racey (1995) y Gaisler *et al.* (1998). De esta manera, el verano, aunque seco, parece ser la temporada más óptima para satisfacer las necesidades alimenticias de la colonia de maternidad. Sin embargo,

Aguirre *et al.*, (2003) proponen que en temporadas secas los nichos tróficos parecen ser mas reducidos y puede presentarse competencia por recursos.

En primavera se registraron 16 identidades taxonómicas en 12 muestras, siendo notoriamente mayores las frecuencias de coleópteros no identificados, lepidópteros y quironómidos, coincidiendo con lo reportado por Whitaker *et al.* (1997) y Whitaker (2004) en dicha temporada, observándose una dominancia de los mismos tres tipos de presa registrados en verano; sin embargo, se presenta un cambio en los ordenes de aparición. En relación al volumen ocupado por las 16 especies presa se observó una menor dispersión en los valores comparados con los del verano aunque los valores de la mayoría de las presas tienden a ser reducidos. Por otro lado, los quironómidos constituyeron más de la mitad del contenido de las excretas. A pesar que la temporada de primavera es un periodo de seca; las lluvias registradas hasta marzo y principios de abril durante el 2005 aportaron suficiente humedad para contribuir a generar condiciones propicias para los insectos y que pudo verse reflejado en el incremento de la riqueza de presas consumidas.

La temporada de otoño registró la menor riqueza de especies con un total de 13 tipos de presas en 25 muestras, predominando la aparición de quironómidos y hemípteros no identificados, contrastando con el elevado consumo de carábidos que en esta estación reportan Whitaker *et al.* (1997) en el este de Estados Unidos. No obstante, los coleópteros constituyeron poco menos de la mitad del volumen de las excretas y los valores del volumen de todas las especies presa fueron menores y menos dispersos que en las otras temporadas. La disminución drástica en las temperaturas ambientales y el inicio de las lluvias en el mes de octubre, probablemente influyeron en la riqueza de especies presa disponible para *E. fuscus*. Además la actividad de forrajeo de los murciélagos puede disminuir al descender las temperaturas en los sitios de alimentación tal como lo observaron Grindal y Brigham (1999).

A inicios del mes de noviembre se registraron los últimos indicios de actividad de *E. fuscus*, relacionándose a las disminuciones graduales en la temperatura y aumento en los niveles y frecuencia de precipitación (Gaisler *et al.*, 1998; de Cornulier y Clergeau, 2001). Debido al reciente descubrimiento y monitoreo de la colonia se desconoce si durante el invierno los individuos migran a lugares con condiciones ambientales favorables o si entran en un periodo de hibernación dentro de sus refugios urbanos. Además, la disminución en la abundancia de insectos durante el invierno es notoria al menos en las áreas urbanas, al observar la ausencia de insectos atraídos por el alumbrado público y que fueron consumidos por el murciélago moreno durante primavera y verano.

Aunque se desconoce su dinámica invernal, *E. fuscus* presentó algunos signos de preparación para periodos de gran desgaste energético. Hacia el sur de la ciudad de Ensenada se colectaron algunos murciélagos morenos en el otoño de 2003 que presentaron una gruesa capa de tejido adiposo subdérmico el cual probablemente serviría como reserva ante la inminente escasez de alimento. Varios estudios en Indiana han reportado inanición de *E. fuscus* durante el invierno, donde los murciélagos emergen aproximadamente cada dos semanas de los refugios. Sin embargo no se ha registrado ingesta de alimento sólido sino, únicamente de agua para evitar la muerte por deshidratación. Las primeras ingestas se reportan en Indiana a partir de marzo (Mumford y Whitaker, 1982; Whitaker y Rissler, 1992; Whitaker y Rissler, 1993; Whitaker *et al.*, 1997). Sin embargo, en el área urbana de Ensenada, los primeros indicios de actividad en la colonia se observaron a finales de abril.

La variación en frecuencia de aparición y en volumen de los artículos alimenticios encontrados en las heces a lo largo del ciclo de colecta puede reflejar diferencias en la distribución espacio-temporal de insectos disponibles para *E. fuscus*. Sin embargo, también puede relacionarse a una selectividad en las presas disponibles o una combinación de ambas. Por lo que, los ambientes que exhiben alta variabilidad temporal favorecen estrategias generalistas y rutas irregulares de forrajeo (Fleming, 1982; Lee y McCracken, 2002; Sparks y Valdez 2003).

Durante el verano se observó el pico de actividad de los murciélagos, de Junio a Agosto, relacionándose con las altas demandas energéticas por la gestación y lactancia de las hembras. Aunado a lo anterior, es posible que las condiciones climáticas hayan favorecido a incrementar la diversidad y abundancia relativa de insectos nocturnos; reflejado en el espectro mas amplio de alimentación registrado en esta temporada como lo sugieren Rydell y Racey (1995) Gaisler *et al.* (1998); Lee y McCracken (2002). No obstante, las frecuencias de consumo tienden a concentrarse de manera significativa en Chironomidae, Coleoptera NI y Lepidoptera, lo cuales podrían estar mayormente disponibles.

Por otro lado, aunque *E. fuscus* en otoño registra la menor riqueza de especies presa consumidas propiciada probablemente por las bajas temperaturas, presenta la mayor equitatividad en la frecuencia de consumo de dichas presas.

A lo largo del ciclo de colecta, se identificó el consumo permanente de 10 especies presa, siendo las predominantes quironómidos, coleópteros no identificados y lepidópteros. Los altos registros en volumen y frecuencia de quironómidos sugieren una elevada disponibilidad al ocupar el primer lugar en PA y VR en verano y otoño y el tercero y cuarto respectivamente en primavera, difiriendo con Brigham (1990) que menciona que debido a los hábitos de vuelo de *E. fuscus* los quironómidos no están disponibles para ser capturados.

El gran consumo de quironómidos en verano y otoño se relaciona al periodo de reproducción que exhiben y que abarca desde mayo hasta septiembre. Machos y hembras de quironómidos forman enjambres nupciales al anochecer cerca de cuerpos de agua. Los grupos pueden estar formados hasta por millones de individuos por lo que se encuentran altamente disponibles para *E. fuscus* (Quiroz y Rodríguez, 2000).

Usualmente los quironómidos son confundidos a simple vista con mosquitos; sin embargo no son un grupo de consideraciones medico-veterinarias o agrícolas y en los últimos años se les ha ubicado como importantes indicadores ambientales. El incremento de las larvas de quironómidos o también llamadas “gusanos de sangre” (por la presencia de hemoglobina como pigmento respiratorio) se ha relacionado a la disminución del oxígeno disuelto en el agua. Diversos estudios reportan el uso de los quironómidos como indicadores ecológicos de perturbación de los ambientes acuáticos, principalmente en el monitoreo de deterioro ambiental y para evaluar el estado de los ecosistemas dulceacuícolas (Barbour *et al.*, 1994 en Barbour *et al.*, 1999; Quiroz y Rodríguez, 2000; Andersen *et al.*, 2002).

Por lo anterior, la alta disponibilidad de quironómidos reflejada en las heces de *E. fuscus*, podría estar relacionada a cuerpos de agua con cierto grado de deterioro o impacto antropogénico como la Presa “Emilio López Zamora” ubicada al SE de Ensenada. Aunque Couoh de la Garza (2005) no reporta la presencia de *E. fuscus* en esta zona, es posible que sea frecuentada para alimentarse y no haya sido identificado por los horarios de muestreo.

Además de los quironómidos, otras especies presa altamente representadas en la alimentación de *E. fuscus* son los coleópteros (no identificados y de la familia Scarabaeidae), así como los lepidópteros. Otras presas consumidas en cantidades regulares fueron los dípteros, cicadélidos y ácaros; y en menores proporciones las familias Formicidae, Carabidae y Culicidae.

De estos grupos de especies presa, gran parte han sido reportados en la literatura como insectos de importancia agrícola como los scarabaeidos, carabidos, lepidópteros, dípteros, cicadélidos y formicidos (Powell y Hogue, 1979; Borror *et al.*, 1981; Papp, 1984; Ball y Shpeley; Whitaker, 1995; Gullan y Cranston; 2000); y otros, principalmente algunos dípteros y ácaros, pueden representar riesgos en materia de salud pública.

A pesar de la intensa actividad agrícola en el municipio de Ensenada, se cuenta con escasos bancos de información referentes a las plagas que afectan a los cultivos, control, datos poblacionales, danos, fluctuaciones anuales, etc.

Datos proporcionados por el INIFAP (2004) en Baja California reportan a *Diabrotica sp.* (Coleoptera) como plaga de los cultivos de calabacita, flor, sandía y rábano, este último siendo siniestrado durante el 2004 por plagas. Así, mismo los estadios larvales de algunos lepidópteros, como el falso gusano medidor, mariposa blanca, palomilla dorso de diamante, gusano medidor, gusano soldado; han ocasionado considerables pérdidas en los cultivos de brócoli, calabacita, chícharo, lechuga, pepino, sandía, col de bruselas, maíz y tomate. Algunos dípteros han sido reportados como dañinos para los cultivos de fresa, pepino y tomate; mientras que los cicadelidos o chicharritas son importantes transmisores a través de la saliva de la bacteria *Xylella fastidiosa* la cual causa la enfermedad de Pierson en vides. En 1999, la enfermedad de Pierson provocó pérdidas de 46 millones de dólares a la industria vitivinícola en Napa Valley (Brown *et al.*, 2002)

Las cosechas de los cultivos arriba descritos se presentan, ya sea, en ciclos Primavera-Verano, Otoño -Invierno o en ambos. Por lo que, esto contribuiría a la disponibilidad de alimento para *E. fuscus* durante todo el año.

Desafortunadamente, los tratamientos empleados para el control y erradicación de plagas en la zona se basan en la aplicación de agroquímicos a lo largo de extensas áreas de siembra; lo cual incrementa los riesgos de intoxicación para los murciélagos que suelen frecuentarlas, pudiendo causar disminuciones en sus poblaciones. Luckens y Davis (1964) reportan un alto grado de sensibilidad de *E. fuscus* a los pesticidas comparado con otros mamíferos, siendo letal una dosis de 40 mg de DDT por kilogramo de peso corporal. Muestras de guano han indicado peligrosos niveles de pesticidas en algunas especies (Nolan, 1997).

Las disminuciones en los números poblacionales de *E. fuscus*, no solo podrían tener implicaciones en el sector agrícola al permitir incrementos en los insectos plaga, sino también en el crecimiento de especies nocivas para la salud de animales y humanos. El consumo regular de dípteros por el murciélago moreno podría ayudar a reducir sus números poblacionales y los riesgos de transmisión de enfermedades infecciosas y epidemiologías, como las transmitidas por moscas y mosquitos. El área urbana de Ensenada no existen registros de brotes de Dengue y Paludismo debido a las condiciones geográficas y climáticas; sin embargo hacia el sur del municipio, donde prevalecen temperaturas mas calidas, su incidencia es considerable, llegando a causar en ocasiones la muerte (SS, 2005).

De tal manera que, la importancia de *E. fuscus* en Ensenada radica, en su posible contribución al sector agrícola consumiendo insectos plaga; dado que Baja California ocupa el primer lugar nacional en producción de flores y algunas variedades de tomate, entre otros (INEGI, 2005a). Además, pudiera participar en el mantenimiento de la salubridad tanto en la zona urbana como en áreas aledañas. En base a lo anterior es necesario realizar propuestas de conservación de la especie, sus áreas de refugio y forrajeo que garanticen su permanencia y el aporte de los servicios ecológicos que podría prestar.

Se ha reportado que la permanencia de esta especie de murciélago se ve favorecida por su gran tolerancia a la urbanización y preferencia por las zonas urbanas y seminaturales asociadas a vegetación arbolada para satisfacer sus necesidades de refugio y alimentación. En estas áreas, suele hacer uso de sus márgenes y de los cuerpos de agua conectados por corredores lineares de vegetación, evitando áreas abiertas e intensivamente manejadas. En áreas costeras, los hábitats más frecuentados suelen ser las playas rocosas y arenosas, así como marismas estuarinas. (Rydell y Racey, 1995; Gaisler *et al.*, 1998; Walsh y Harris, 1996).

8.3. *Tadarida brasiliensis*

Los hábitos alimentarios del murciélago guanero o de cola libre (*Tadarida brasiliensis*) en el área urbana de Ensenada, Baja California pueden relacionarse a la interacción de ciertos rasgos que constituyen su ecología de vuelo y alimentación. Sus preferencias de forrajeo en espacios abiertos; así como su capacidad de forrajeo en altitudes superiores a los 3,000 m y de desplazamiento hasta los sitios de forrajeo (mas de 140 km), le permiten frecuentar una variedad de ambientes y encontrar una mayor diversidad de insectos (Wilson, 1999; Feldman *et al.*, 2000). Así mismo, la emergencia de sus refugios para alimentarse previa al atardecer y su retorno registrado en ocasiones justo antes del amanecer permiten incrementar las posibilidades de alimentarse de insectos nocturnos y diurnos como algunos lepidópteros, los cuales se encontraron casi en el 92% de las muestras, correspondiendo a lo reportado por Whitaker *et al.* (1996) y Lee y McCracken (2002).

A pesar de los numerosos estudios que se han realizado para identificar los hábitos alimentarios del murciélago guanero, el espectro de presas que puede llegar a consumir y el mecanismo de selección incluso entre organismos de un mismo orden o familia se desconoce (Kuntz *et al.*, 1995 y Lee y McCracken, 2002).

En el presente estudio los hábitos alimentarios de *T. brasiliensis* se basan, de acuerdo a su frecuencia de aparición, en el consumo de lepidópteros, coleópteros no identificados y quironómidos (Diptera). Estos resultados son comparables con los observados en una población cavernícola de murciélagos de cola libre en Texas, donde los artículos mas frecuentemente encontrados correspondieron de igual manera a lepidópteros, coleópteros y dípteros de acuerdo a los reportes de Kunz *et al.* (1995). Dos casos similares se presentaron en una cueva mas ubicada en Texas y otra en Nuevo México, las presas mas frecuentes fueron lepidópteros y coleópteros, seguidos por hemípteros y dípteros, aunque mostraron variaciones estacionales considerables (Lee y McCracken, 2002; Williams, 2005). Sin embargo, son notoriamente contrastantes con los reportados en Puerto Rico, donde su alimentación se centra en dípteros, himenópteros,

lepidópteros y homópteros como mencionan Whitaker y Rodríguez-Duran (1999). Esta variedad de alimentos que *T. brasiliensis* está consumiendo en Ensenada, así como los reportados en otras regiones, indica una conducta de alimentación generalista.

En *T. brasiliensis* como en otros depredadores, el patrón de uso de los recursos alimenticios está regido por el efecto de las condiciones espacio-temporales, las fluctuaciones en la disponibilidad del alimento, la rentabilidad del mismo y la actividad en el forrajeo en espacio y tiempo (Fenton y Flaming, 1976, Grindal y Brigham, 1999; Gullan y Cranston, 2000; Lee y McCracken, 2002), lo que pudo haber generado las variaciones observadas entre las presas consumidas por los diferentes murciélagos muestreados y que fueron significativas en el análisis estadístico.

El consumo de 17 identidades taxonómicas sugiere cierta flexibilidad en los hábitos alimentarios de *T. brasiliensis* durante la primavera; influida probablemente por las condiciones de humedad inusuales registradas en el 2005., donde el periodo de lluvias característico de la zona mediterránea se extendió hasta el mes de abril. Estas condiciones podrían haber contribuido al desarrollo larval de insectos con estadios acuáticos, como los quironómidos, e incrementado la disponibilidad de alimento para otros insectos.

Los artículos alimenticios que ocuparon el mayor volumen relativo fueron Lepidoptera (33%), Chironomidae (18%) y Coleoptera no identificados (17%); así, se observa que aunque Chironomidae fue la tercera identidad taxonómica encontrada con más frecuencia en las muestras fue la segunda considerando su volumen. Además, presentó el registro individual más alto en volumen con un 95% en el ejemplar no. 6 y la media en volumen para los 12 individuos muestreados fue de 37%. Teniendo en cuenta sus dimensiones corporales, las escasas y diminutas estructuras quitinosas que se conservan en las heces después del proceso de digestión (ojos, antenas, alas), su frecuente aparición y los volúmenes que registran, es posible inferir que la cantidad de quironómidos consumidos este subrepresentado en este estudio.

Aun cuando se desconocen los sitios donde acuden a alimentarse los murciélagos guaneros, el consumo de quironómidos puede estar relacionado al forrajeo cerca de cuerpos de agua, ya que el uso de sonidos de baja frecuencia durante el vuelo en áreas abiertas y los llamados de ecolocación de banda ancha y angosta que exhibe *T. brasiliensis* impiden la detección de insectos pequeños, a menos que estos se encuentren conglomerados (Whitaker y Rodríguez-Duran, 1999; Lee y McCracken, 2002).

Comparando la riqueza de especies presa encontrada por individuo con los volúmenes que dichas presas ocuparon en las excretas, se encontró que a mayor riqueza de presas fueron menores sus volúmenes registrados. Los individuos que consumieron mayor cantidad de presas, como el caso de los individuos 7 y 12 presentaron residuos de 9 y 7 presas respectivamente y los volúmenes individuales de tales presas en las excretas promediaron un 10%. Por otro lado, en donde los individuos consumieron una o 2 presas, normalmente una de ellas ocupó un volumen mayor al 90%. El resto de los especímenes, promediaron la presencia de 4 especies con volúmenes intermedios por individuo. Por lo que, durante la primavera *T. brasiliensis* en la zona urbana de Ensenada, Baja California tiende a consumir por noche una variedad de insectos cuyos residuos ocupan volúmenes van desde un 1% hasta un 50%.

El tamaño real y la dureza de las presas que reporta la literatura fueron relacionados con el volumen que podrían estar ocupando en el tracto digestivo y en las heces, observándose que los escarabajos consumidos son principalmente de tallas medianas a grandes y de cuerpos duros como los scarabaeidos. Así, al ser consumidos pueden llenar casi totalmente la cavidad estomacal; siendo eliminadas gran parte de sus estructuras quitinosas a través de las excreta. Las presas que ocupan menos volumen usualmente son de tamaños más reducidos y sus cuerpos preferentemente blandos, por lo que se requiere una mayor cantidad de estas para llenar la capacidad estomacal y sus restos podrían ser menos conspicuos.

Grindal y Brigham (1999) sugieren que el consumo de determinado tipo de presa no solo esta en relación a su disponibilidad, sino también a su rentabilidad (calidad energética, dificultad para su captura, etc). Partiendo de la capacidad de *T. brasiliensis* para alimentarse de presas individuales o de una variedad de presas, el consumo de un insecto de talla grande puede satisfacer los requerimientos nutricionales para esa noche; mientras que la ingesta de insectos pequeños demanda la captura de un numero mayor de estos; así los murciélagos suelen frecuentar sitios donde estos insectos se encuentran agrupados, como en cuerpos de agua (Gullan y Cranston, 2000).

Se encontró que lepidópteros y coleópteros ocupan volúmenes intermedios en las excretas, y de acuerdo a la literatura, sus tallas reales van de los 13 a los 27 mm, coincidiendo con lo mencionado por Hickey *et al.* (1996) y Bush (2003) donde, la selección de la presa está en función de su tamaño y no tanto por el tipo de presa al que pertenezca, siendo la talla intermedia la adecuada a fin de optimizar tiempo y gasto energético en su manipulación.

La mayoría de los murciélagos de cola libre al emerger, dirigieron su vuelo al NEE rumbo a la zona sujeta a protección ecología “Cañón de Doña Petra”, donde han sido reportados por Couoh de la Garza (2005) posiblemente con fines de alimentarse en esta zona semi-natural. En este estudio algunos quirópteros fueron identificados con el detector ultrasónico ANABAT II y observados capturando insectos atraídos por las lámparas de vapor de mercurio del alumbrado publico ubicadas a los alrededores de su refugio, confirmando lo reportado por Lee y McCracken (2002).

La elevada ocurrencia de lepidópteros y el volumen que éstos ocupan en las muestras puede explicarse por su atracción y concentración alrededor de fuentes de luz, lo que facilita su captura para los murciélagos guaneros. Muchos lepidópteros son considerados insectos de importancia agrícola debido a que las larvas de varias especies son fitófagas y otras pueden alimentarse de granos almacenados. Estudios realizados para determinar si el murciélago de cola libre se alimenta de lepidópteros que pudieran causar problemas en los campos de cultivo mencionan

que, en Rio Grande Valley, Texas se encontró en contenido estomacal la presencia del gusano del maíz (*Heliothis zea*) y el gusano del tabaco (*H. virescens*). (Whitaker *et al.*, 1996; Gullan y Cranston, 2000).

En las áreas agrícolas aledañas al poblado de Ensenada, se ha detectado la presencia de diversos lepidópteros causantes de afecciones en los cultivos principalmente de brócoli, col de bruselas, chícharo, lechuga (INIFAI, 2004). Debido a su gran capacidad de desplazamiento, es posible que *T. brasiliensis* esté consumiendo lepidópteros plaga en la región. Sin embargo, estas áreas de cultivo son tratadas periódicamente con agentes químicos para la erradicación de plagas, lo que podría traer repercusiones negativas en las poblaciones de murciélago guanero.

Estudios recientes reportan disminuciones drásticas en poblaciones de *T. brasiliensis* en California afectadas por la translocación de pesticidas; se encontraron residuos de organoclorinas DDT, DDE, DDD, dieldren, endrin, toxafeno, etc, en individuos muertos por envenenamiento (Geluso *et al.*, 1976; Wilson y Ruff, 1999; Gannon, 2003). Esto, podría explicar la ausencia de *T. brasiliensis* dentro de las áreas de cultivo en Ensenada, y su presencia casi exclusiva en las zonas aledañas a éstas, áreas semi urbanas y urbanas como lo reporta Couoh de la Garza (2005).

8.4. Murciélagos urbanos en Ensenada, Baja California.

Los hábitos alimentarios de las dos especies de murciélagos insectívoros residentes del área urbana de Ensenada, *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*, están estrechamente relacionados a los hábitos de forrajeo y vuelo; así como a algunas particularidades morfológicas y conductuales propias de cada especie. Estas características, atribuyen a cada especie cualidades que les permiten acceder a los sitios de alimentación y capturar las presas disponibles exitosamente, reduciendo de esta manera la competencia por los recursos alimenticios.

En este estudio fue posible identificar que los murciélagos insectívoros incluyen una amplia variedad de presas en su alimentación, al igual que Fenton (1982) lo sugiere. Durante el periodo de primavera se determinó que ambas especies de murciélagos exhiben estrategias generalistas de alimentación y consumen casi el mismo número de especies presa, 16 para *E. fuscus* (10 familias en 6 órdenes y 4 órdenes más) y 17 para *T. brasiliensis* (12 Familias en 6 Órdenes y 2 órdenes adicionales), encontrándose variaciones en las frecuencias y volúmenes de las presas mayormente consumidas. *E. fuscus* registró los mayores PA en coleópteros no identificados, lepidópteros y quironómidos, mientras que los %V fueron superiores en los coleópteros no identificados. Contrariamente, se observó que *T. brasiliensis* consume con mayor frecuencia y volumen lepidópteros y coleópteros no identificados.

Por lo anterior, es posible que en primavera tanto lepidópteros como coleópteros sean los insectos más disponibles para estas dos especies de murciélagos. Sin embargo, dadas las características de vuelo que presenta *T. brasiliensis* posiblemente le permiten frecuentar sitios donde los lepidópteros son más abundantes; mientras que las fuertes estructuras mandibulares que presenta *E. fuscus* podrían facilitarle la captura de insectos duros como los coleópteros (Whitaker, 1972; Wilson y Ruff, 1999; Feldman *et al.*, 2000). Contrariamente a lo observado en otras temporadas, el consumo de hemípteros en primavera por parte de *E. fuscus* es casi nulo a pesar que estudios han revelado su gran preferencia y aptitudes morfológicas para el consumo de este grupo (Whitaker, 1972). No obstante, *T. brasiliensis* reporta el consumo moderadamente frecuente de 4 familias de hemípteros; además el consumo de ácaros fue considerablemente mayor que en *E. fuscus*, aunque su ingesta está relacionada al acicalamiento más que a la captura.

En ambas especies fue posible la identificación del 100% de los artículos encontrados, presentándose diferencias en el grado de trituración de las estructuras observadas en cada especie de murciélago. *Tadarida brasiliensis* presentó restos menos triturados que *E. fuscus*, lo que facilitó la clasificación de tales estructuras. Lo anterior, puede deberse a una mayor intensidad en la maceración de las presas

dada por la dentición y los procesos de masticación y digestión que presenta *E. fuscus*.

La importancia del análisis de los hábitos alimentarios de ambas especies de murciélagos, radica en la identificación de los posibles servicios ecológicos que los quirópteros urbanos podrían estar aportando de manera conjunta en los diferentes tipos de ambientes representados en el municipio de Ensenada.

Así, los murciélagos urbanos muestreados presentaron consumos mas frecuentes de los Ordenes Diptera, Coleoptera y Lepidoptera. No obstante, los Órdenes más significativos en cuestiones de volumen fueron Coleoptera, Lepidoptera y Diptera. Estos resultados, además de la presencia de hemípteros y cicadelidos en las excretas, indican una fuerte contribución por parte de los murciélagos urbanos al consumo y probablemente a la regulación de estos insectos nocturnos que, pueden representar riesgos a la salud y pérdidas económicas considerables para la agricultura regional.

El Orden Diptera, altamente consumido por los quirópteros urbanos en Ensenada, es el de mayor importancia en la transmisión de enfermedades en mamíferos, incluyendo al hombre. Los mosquitos, moscas negras, tábanos, moscas de establo y otros chupadores de sangre además de ser vectores de enfermedades como malaria, fiebre amarilla, dengue, enfermedad del sueño, fiebre tifoidea, disentería, etc., en muchos casos de desarrollan en materia poco higiénica. Algunas larvas de Dípteros pueden desarrollarse como endoparásitos de mamíferos en la dermis, en los intestinos, en los senos nasales y frontales (Gullan y Cranston, 2000).

Si bien en el municipio de Ensenada, aun no hay reportes de algunas de estas enfermedades según SS (2005), existe el riesgo de aparición de los primeros casos al haberse presentado algunas infecciones al sur del Estado. Por lo que, es importante la conservación de los depredadores naturales de estos agentes transmisores de enfermedades.

Por otro lado, el consumo de lepidópteros y coleópteros en tal abundancia, puede sugerir aportes significativos en el consumo de insectos plaga. Por noche un solo murciélago guanero (*T. brasiliensis*) puede comer suficientes polillas del maíz como para evitar que pongan 20,000 huevos (Tuttle y Moreno, 2005).

Debido a los servicios ecológicos que podrían estar prestando los murciélagos residentes en el área urbana de Ensenada, no solo en la ciudad, sino en las zonas agrícolas, áreas naturales y seminaturales, es necesaria su presencia en estas zonas. Por otro lado, el reciente monitoreo de colonias de murciélagos, la falta de información referente a sus aspectos ecológicos, distribución y la baja tasa de reproducción que presentan, es necesario y urgente implementar estrategias que promuevan la conservación de las poblaciones y hábitats favorables que puedan usar.

Para el diseño tales estrategias de conservación es importante considerar algunos factores como hábitos de vuelo, preferencias de hábitat, tolerancia a la urbanización, elementos de conexión entre sitios de refugio y alimentación, etc. No obstante, es fundamental reconocer que tanto para murciélagos, como para muchos mamíferos, su distribución y abundancia están relacionadas a la disponibilidad y diversidad de refugios y áreas de forrajeo (Humphrey, 1975; Kunz, 1982; Bredt y Uieda, 1996; Fenton, 1997; Evelyn, 2003).

Es posible, como lo sugieren Whitaker y Gummer (1992) que antes de que fueran transformados los hábitats naturales y construidas las ciudades donde ahora radican *E. fuscus* y *T. brasiliensis*, hayan usado árboles huecos o grietas entre las rocas para establecerse, y las poblaciones hayan sido más reducidas. Si bien es cierto que con la sustitución de hábitats naturales por urbanos ha propiciado el desplazamiento de muchas especies silvestres, otras han cubierto sus necesidades de refugio y alimentación con las estructuras propias de las ciudades (Bredt y Uieda, 1996).

A partir de que los hábitat urbanos han sido identificados como sitios frecuentados por murciélagos, ya sea para refugio diurno o forrajeo, se han reconocido como altamente potenciales para conservación y monitoreo; así como las áreas circundantes (Gaisler *et al.* 1998).

Las ciudades ofrecen una gran cantidad de refugios para los murciélagos, los cuales les proporcionan espacios más adecuados para la concentración de individuos, más opciones de diversidad microclimática y mayor estabilidad climática que los árboles. Se les ha encontrado en algunos graneros, casas, iglesias, almacenes, fábricas, escuelas, grietas, agujeros, esquinas, techos y pisos falsos. Las especies que habitan construcciones urbanas muestran mayor fidelidad a sus refugios que los que habitan en el medio natural, esto podría facilitar el monitoreo de las colonias de murciélagos y generar información que difícilmente se obtendría en ambientes naturales (Kurta y Teramino, 1992; Whitaker y Gummer, 1992; Whitaker, 1998., Whitaker *et al.*, 2002; Evelyn, 2003)

Las colonias de maternidad como la establecida por *E. fuscus* en el área urbana de Ensenada, busca determinadas características para elegir sus refugios, como por ejemplo, construcciones antiguas, altas y oscuras, que ofrezcan resguardo contra el viento y la lluvia, sean de fácil acceso, estén próximas a los sitios de forrajeo y haya menos riesgo de depredación (Kunz, 1982; Williams y Brittingham, 1997 en Kunz y Reynolds, 2003).

La existencia de murciélagos dentro de los hogares principalmente, suele generar inconformidad o temor para los habitantes. La mayoría de ellos, intentan erradicar a sus inquilinos empleando métodos que van desde la clausura de los accesos, hasta el uso de sustancias repelentes o letales para los quirópteros. De tal manera que para conservar las poblaciones urbanas es necesaria la colaboración de los usuarios de las viviendas.

Es posible que debido a la llegada de *T. brasiliensis* al área de estudio, las hembras de *E. fuscus* tiendan a ser desplazadas y busquen refugios alternativos, donde ocasionarán conflictos con los propietario, quienes posiblemente intentarán eliminarlos. Por lo que se requiere la localización y conservación de estructuras urbanas, que de acuerdo a las características necesarias para los murciélagos, sean refugios potenciales. Además, como lo sugiere Evelyn (2003), es conveniente en los casos posibles la conservación de troncos secos que también podrían ser ocupados por los murciélagos.

Además de la conservación de los refugios, es necesario proporcionar sitios adecuados para la alimentación de los murciélagos considerando en primera instancia, los requerimientos de la estructura del hábitat que varían de acuerdo a la especie y sus necesidades para combinar las habilidades de vuelo y los sistemas de ecolocación; se requieren también sitios con altas densidades y riquezas de insectos y corredores de vegetación que proporcionan áreas de forrajeo y rutas para el libre desplazamiento de los murciélagos (Walsh y Harris, 1996; Grindal y Brigham, 1999; Entwistle *et al.*, 2001).

Considerando los requerimientos de la estructura del hábitat y los hábitos de vuelo, *Eptesicus fuscus* suele frecuentar los márgenes de vegetación, mientras que *Tadarida brasiliensis* se alimenta en áreas abiertas (Wilson y Ruff, 1999). De esta manera se requiere conservar parches de vegetación arbolada como podrían ser hábitat riparios o parques urbanos; así como áreas con estratos mas bajos de vegetación como el chaparral o matorral costero y cuerpos de agua, generando una matriz heterogénea espacialmente que contribuiría además, a mantener más altas cifras de diversidad como lo sugiere Kassen (2002). Así mismo, procurar la continuidad de hábitat y la variación estructural para garantizar el mantenimiento de las poblaciones de insectos (Kirby, 2001 en Wickramasinghe *et al.*, 2004).

Se ha mencionado que la riqueza y calidad de las presas pueden ser factores importantes en la selección de los sitios de forrajeo. Por lo que, a pesar de la concentración de insectos alrededor del alumbrado públicos, éstos suelen ser probablemente menos abundantes y diversos en las ciudades que en los alrededores con ambientes de tipo rural, y en algunos casos podrían estar incluso restringidos a los parques seminaturales. Por lo anterior, la disponibilidad de jardines, setos y alumbrado público es importante como sitios de alimentación para los murciélagos; sin embargo se requiere conservar adicionalmente otros elementos para cubrir las necesidades de alimentación de los murciélagos (Kurta y Teramino, 1992; Rydell, 1992; Guindal y Brigham, 1999; Kirby *et al.*, 1995 en Glendell y Vaughan, 2002).

En las áreas circundantes a la mancha urbana de la ciudad de Ensenada, además de la presencia de las dos especies insectívoras de este estudio, se han reportado otras especies del mismo gremio, así como algunas nectarívoras; observándose la mayor riqueza de especies en las zonas urbano-rurales, donde podrían estar alimentándose (Couch de la Garza, 2005).

De aquí que, es pertinente la conservación de una variedad de tipos de hábitat para los murciélagos que frecuentan las áreas seminaturales y naturales:

- a) Los hábitat arbóreos seminaturales con diversificación de especies, edades y estructura, proveen una gran variedad y abundancia de insectos y de cobertura vegetal. Son benéficos porque además, proporcionan refugio y condiciones climáticas más favorables que los ambientes abiertos (Entwistle *et al.*, 2001; Kruess y Tschardtke, 2002; Wickramasinghe *et al.*, 2004)

b) Los cuerpos de agua dulce como la Presa “Emilio López Zamora”, estanques, arroyos, encharcamientos pueden ser sitios altamente visitados por quirópteros para beber agua o para alimentarse. Muchos insectos tienen estadios de hábitos acuáticos, de manera que los murciélagos pueden aprovechar los insectos que apenas emergen. Por otro lado, algunos insectos suelen agruparse de manera numerosa entorno a los cuerpos de agua para formar enjambres nupciales, los cuales también están disponibles para los murciélagos. Además, regularmente son las únicas áreas con vegetación en los sitios perturbados (Entwistle *et al*, 2001; Evelyn, 2003).

Para su conservación se sugiere mantener las características naturales de los cuerpos de agua como el flujo, serpenteo, profundidad, diversidad de la vegetación natural circundante y la calidad de agua. Se ha observado que en hábitats acuáticos cercanos a zonas agrícolas con usos intensivos, su calidad disminuye como producto de la contaminación por sustancias químicas; además de presentar disminuciones drásticas en la disponibilidad de insectos como lo mencionan Walsh y Harris (1996). Dado lo anterior, es posible que los cuerpos de agua presentes en los valles agrícolas de la región, exhiban niveles altos de contaminantes nocivos no solo para los murciélagos, sino para otros organismos incluyendo a los humanos.

c) Sitios con vegetación de estratos bajos como chaparrales, matorrales y pastizales albergan una gran variedad de insectos que son consumidos por los murciélagos y favorecen a los que prefieren áreas abiertas para forrajear. En los casos donde se presenta ganado suelen asociarse a los excrementos algunos escarabajos y otros insectos que son altamente consumidos por los murciélagos. Se sugiere la conexión de estos sitios con los refugios por medio de corredores de vegetación arbórea natural, así como la reducción de la intensidad de pastoreo para promover la diversidad de insectos (Entwistle, *et al.*, 2001; Kruess y Tschardtke, 2002).

d) Zonas Agrícolas: La agricultura es una de las principales causas de la disminución de las poblaciones de quirópteros al reducir las extensiones de vegetación natural y por la aplicación de pesticidas. Debido a que las áreas de cultivo se han incrementado en los últimos años dramáticamente; algunas especies de murciélagos han empezado a frecuentarlas para alimentarse (Entwistle *et al.*, 2001; Whitaker y Weeks, 2001; Wickramasinghe *et al.*, 2004).

Sin embargo, en la mayoría de ellas se presenta una baja o nula actividad de murciélagos, como en el área agrícola de Ensenada, relacionada en gran parte a las bajas densidades de insectos asociadas a un manejo intensivo de la tierra como reportan Walsh y Harris (1996). Por lo que, es necesario replantear nuevas propuestas para el manejo de las parcelas que promuevan la conservación de hábitat y la minimización del uso de agroquímicos a través de los depredadores naturales.

Estudios realizados muestran que las comunidades de artrópodos en parcelas con cultivos de tipo orgánico presentan una mayor riqueza de especies, abundancia y biomasa que las parcelas convencionales. Además, pueden ser utilizados como indicadores del estado de conservación de vertebrados en dichas parcelas, pues se puede predecir la disponibilidad del alimento para ciertas aves, reptiles y mamíferos. (Letourneau y Goldstein, 2001; Hutton y Giller, 2003; Kleijn y Sutherland, 2003).

e) Líneas de vegetación: En áreas templadas se ha determinado la importancia de ciertos elementos lineares del paisaje para los murciélagos, los cuales incluyen linderos, arbustos, corredores, y otras estructuras que proporcionan conexiones indispensables entre los sitios de refugio y los de forrajeo. Además, representan áreas que albergan una gran abundancia de insectos que pueden ser consumidos por los quirópteros y proporcionan protección del viento, lo que reduce el gasto energético y de los depredadores al ocaso y al amanecer, especialmente cuando los

murciélagos tienen que desplazarse grandes distancias para alimentarse (Walsh y Harris, 1996; Verboom y Spoelstra, 1999; Hutson *et al*, 2001).

Afortunadamente para fines de conservación, la zona urbana de Ensenada y áreas aledañas, cuentan con los cinco tipos de hábitat naturales y seminaturales que suelen frecuentar los murciélagos de acuerdo a la literatura. Lo cual puede reflejar los resultados obtenidos en este estudio y los de Couoh de la Garza (2005) donde reportan a *E. fuscus* y *T. brasiliensis* presentes en áreas urbanas, agrícolas, y seminaturales como los Cañones de Dona Petra y de Cuatro Milpas, que cuentan con hábitat arbóreos y con estratos bajos de vegetación, cuerpos de agua relativamente cerca y elementos lineares del paisaje.

Sin embargo, la urbanización en estos sitios se ha incrementado en los últimos años, por lo que es urgente implementar medidas de manejo que garanticen, al menos bloques de vegetación de dimensiones, orientaciones y formas adecuadas; así como su conectividad a través de la conservación o creación de líneas de vegetación necesarias no solo para murciélagos, sino para un gran número de especies animales y vegetales (Carter y Anderson, 1987 en Walsh y Harris, 1996, Ekman y de Jong en Grindal y Brigham, 1999).

De esta manera, la conservación y el manejo adecuado de los refugios, así como de por lo menos, los dos sitios antes mencionados fundamentales para la alimentación de los murciélagos urbanos del área urbana de Ensenada, pueden contribuir a mejorar el estado de sus poblaciones y garantizar los servicios ecológicos que prestan directamente al sector agrícola y al saneamiento de los ambientes, beneficiando por ende a la sociedad.

IX. CONCLUSIONES

- 1.- Los artículos más frecuentes e importantes encontrados en las excretas de los murciélagos urbanos de Ensenada fueron los coleópteros, lepidópteros y dípteros.
- 2.- Los hábitos alimentarios de los murciélagos insectívoros residentes en el área urbana de Ensenada están estrechamente relacionados a las estrategias de forrajeo y vuelo; así como a la morfología y etología de cada especie.
- 3.- Las taxa presa más importantes en el espectro de alimentación en cada una de las especies de murciélagos en el área urbana de Ensenada fueron: a) *Eptesicus fuscus*: en 31 artículos alimenticios dominaron los dípteros (Chironomidae) y coleópteros; b) *Tadarida brasiliensis*: en 20 artículos encontrados predominaron los lepidópteros, coleópteros y dípteros (Chironomidae).
- 4.- El murciélago moreno (*E. fuscus*) registró diferencias estacionales en las presas consumidas: 1) Verano: presentó 17 especies presas siendo las más importantes dípteros (Chironomidae) y coleópteros; 2) Otoño: con 13 especies presa donde las más sobresalientes fueron dípteros (Chironomidae) y hemípteros; c) Primavera: las más importantes fueron coleópteros y lepidópteros de una riqueza de especies presa de 16.
- 5.- El murciélago guanero (*T. brasiliensis*) registró diferencias en los tipos de presa consumidos entre los individuos muestreados; así como en las presas consumidas por cada individuo.
- 6.- Ambas especies de murciélagos son de hábitos alimentarios generalistas.
- 7.- El tipo de especies presa consumidas por ambas especies de murciélagos urbanos resultó ser el factor que explicó en mayor proporción las frecuencias de aparición y los volúmenes ocupados por las presas en las excretas.

8.- Los posibles servicios ecológicos prestados por los murciélagos urbanos de Ensenada se basan en su contribución al sector agrícola al consumir insectos plaga a nivel local como los lepidópteros, coleópteros, dípteros, cicadélidos y formícidos; así como a la salud pública debido a la ingesta de dípteros quienes representan el Orden de mayor importancia en transmisión de enfermedades.

9.- La composición de los ambientes urbanos, tales como construcciones y alumbrado público, en Ensenada representan elementos estructurales del hábitat de los murciélagos urbanos que determinan sus actividades de alimentación y selección de refugios.

X. RECOMENDACIONES

Estrategias para la conservación de las poblaciones de murciélagos urbanos, sus refugios y áreas de alimentación

- 1.- Dar continuidad al estudio de los hábitos alimentarios de murciélagos insectívoros en el área urbana de Ensenada, ampliando los periodos de colecta y el número de muestras; así como intentar clasificar los artículos alimenticios a los niveles taxonómicos menores posibles; para conocer con más detalle los espectros de alimentación de ambas especies y poder identificar con exactitud plagas agrícolas.
- 2.- Monitorear las densidades y estructuras de las poblaciones de las dos especies de murciélagos urbanos en el área de estudio durante las cuatro estaciones temporales, a fin de detectar cambios en sus números poblacionales y conocer la dinámica anual las especies.
- 3.- Monitorear la actividad nocturna de los murciélagos para identificar los refugios principales, alternativos y nocturnos promover su conservación.
- 4.- Identificar las áreas de forrajeo de los murciélagos urbanos por medio de radio-transmisores y detectores ultrasónicos especializados.
- 5.- Evaluar la disponibilidad de insectos presa en las áreas de forrajeo y otros tipos de ambientes para detectar preferencias alimentarias y selección de sitios de forrajeo en los murciélagos insectívoros urbanos.
- 6.- Ampliar el estudio de los hábitos alimentarios en murciélagos insectívoros en otras áreas urbanas y tipos de ambientes en Ensenada a fin de reconocer la repartición de recursos.

7.- Evaluar los requerimientos para los sitios de refugio diurno, con la intención de mantener tales atributos en los refugios actuales, así como para identificar sitios potenciales.

8.- Promover en los casos necesarios, el uso de casas para murciélago, a fin de proveer sitios alternativos de refugio dentro de los ambientes urbanos.

9.- Garantizar la continuidad del paisaje por medio de líneas de vegetación y minimizando la fragmentación de áreas arboladas y preservando los remanentes.

10.- Mantener o proporcionar sitios potenciales de alimentación para los murciélagos como jardines y parques urbanos, cuerpos de agua, hábitat arbóreos y de estratos bajos y áreas de cultivo; así como lámparas de luz blanca en el alumbrado público.

11.- Rediseñar las propuestas de manejo parcelario para mejorar su calidad y productividad y disminuir el uso de pesticidas en los campos agrícolas. Esto además de contribuir a la conservación del hábitat, evita la translocación de sustancias nocivas a través de las redes tróficas y proporciona alimento para los murciélagos.

12.- Implementación de programas de educación ambiental enfocados esclarecer las ideas erróneas y mitos que hay entorno a los murciélagos, así como a la exhortación para la conservación de sus refugios y áreas de forrajeo.

13.- Divulgación de los resultados obtenidos a los actores involucrados en la conservación de los murciélagos:

- a) Propietarios de los refugios (edificios) con el propósito de crear un estado de conciencia relacionado con la conservación de los murciélagos y sus servicios ecológicos prestados.

- b) Autoridades gubernamentales municipales, estatales y federales.
- Sector agrícola, para promover su participación en la conservación de los murciélagos a través de la aportación de fondos que promuevan la realización de proyectos de investigación relacionados con los beneficios de los quirópteros. Además de crear programas para reducir el uso de pesticidas y reorganizar el manejo de las parcelas entre los propietarios.
 - Sector Salud: Con la finalidad de iniciar estudios relacionados con riesgos y enfermedades originadas por los murciélagos residentes en hogares o sus ectoparásitos.
 - Desarrollo urbano, con la intención de hacer de su conocimiento la residencia de especies silvestres, en caso particular de murciélagos, en las áreas urbanas y los servicios ecológicos que prestan; así como su vulnerabilidad a los cambios en la estructura del paisaje. Lo anterior, debe ser considerado en los Planes de Ordenamiento Territorial y en las brigadas de poda a árboles donde podrían residir los quirópteros.
 - Protección civil, debido a que con frecuencia son notificados de la presencia de murciélagos en estructuras urbanas para que sean removidos. Su labor, asesorada por un experto en manejo de murciélagos, podría ayudar a causar los menores impactos negativos durante el traslado de los ejemplares a sitios idóneos.

I. INTRODUCTION

Deforestation, fragmentation, and natural habitat transformation, such as urbanization and agricultural areas, have reduced the number of individuals and biodiversity of many wildlife species in some regions. Roosting and foraging areas, nesting places and water are the most relevant elements in the distribution of these species, including bats. In many cases those elements have been encountered in urban habitat. The big brown bat (*Eptesicus fuscus*) and free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) because of their ability to adapt to environmental changes, have successfully established themselves in human structures (houses, buildings, storages, bridges, etc). However, in some cases the presence of bats causes fear to be harmed by them, and also they are afraid of the damages caused by bats to buildings. These conflicts between bats and people can lead to local eradication of bats from roosts in buildings (Bredt and Uieda, 1996; de Cornulier and Clergeau, 2001; Entwistle *et al.*, 2001; Evelyn *et al.*, 2003).

Old buildings are usually used as roost by urban bats because of their crevices and holes that allow the access and microclimatic conditions. However, some bats also use bridges to live. Some other essential factors in urban environments are food availability enhanced by street lights that concentrates insects around them and perhaps, urban conditions such as garbage and junk concentration contributes to increase some species of insects eaten by bats (http://www.iucn.org/themes/ssc/actionplans/microchiropteranbats/544_55.pdf).

In Mexico, there are around 140 species of bats, and most of them are insectivorous. Insectivorous bats can play important roles for humans by controlling nocturnal insects, many of which can be pests and cause losses valued in millions of dollars per year. Also bats can reduce some public health problems when they consume insects that can represent vectors of epidemiologic and infectious diseases (McCracken, 1996; Medellín, *et al.*, 1997; Remington, 2000).

In the urban area of Ensenada, Baja California, two insectivorous species of bats, *Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis* have been reported using houses as roosts (Cough de la Garza, 2005).

Unfortunately, there is no information available about the biology of bats in this ecosystem and in this year has been reported the first study about their distribution and susceptibility to habitat fragmentation in Baja California by Cough de la Garza (2005). But to continue studying bats is necessary the cooperation of houses owners and governmental authorities that in many cases it is not possible.

The aim of this study is to propose conservation strategies for urban bats (*Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis*), their roosting and foraging areas in Ensenada, based on the ecological services provided by them according to the results obtained with the food habits analysis.

II. BACKGROUND

2.1. Status of Knowledge and Conservation of the Chiropteran fauna of Baja California.

There is little information on the species of bats and their ecology in Baja California. Recently, the interest of the knowledge of bats has started the first studies in the state:

From distribution of bats in marginal areas Martínez- Gallardo (2001) suggest that there are 19 species of bats in Baja California: *Antrozous pallidus*, *Corynorhinus townsendii*, *Eptesicus fuscus*, *Euderma maculatum*, *Eumops perotis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus cinereus*, *Lasiurus xanthinus*, *Macrotus californicus*, *Myotis californicus*, *Myotis ciliolabrum*, *Myotis volans*, *Myotis yumanensis*, *Myotis evotis*, *Nyctinomops femorosaccus* *Nyctinomops macrotis*, *Pipistrellus hesperus*, *Tadarida brasiliensis* and *Choeronycteris mexicana*.

Couoh de la Garza (2005) made the first systematic study of bats in Baja California; he reports 9 species of bats along of coastal scrub: *Corynorhinus townsendii*, *Choeronycteris mexicana*, *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus cinereus*, *Myotis californicus*, *Myotis yumanensis*, *Nyctinomops femorossacus*, *Pipistrellus hesperus* and *Tadarida brasiliensis*. Also, he found that as human disturbance increases, richness of species decreases. Some species tend to decrease their number of individuals in the population or to be eliminated from the habitat. On the contrary, other species increase their number of individuals such as *Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis*, being the second species more abundant than the first one.

Also, Couoh de la Garza (2005) using linear transects with the Ultrasonic Detector ANABAT II, registered the presence only of two species of bats in urban habitat of Ensenada, *Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis*. The big brown bat (*Eptesicus fuscus*) was reported at “Cerro del Quequi” roosting in the roofs of houses located at the center of the city of Ensenda (116° 37' 21'' N, 31° 52' 29'' W). Also he found them in border areas between urban and natural habitats along Cañon de Doña

Petra. In the urban area, *Tadarida brasiliensis* has been recorded at: Dam "Emilio Lopez Zamora" (116° 36' 17"N , 31° 53' 21"W); Cerro el Quequi (116° 37' 21" N, 31° 52' 29" W); Ensenada (116° 36'36"N, 31° 53'56"W); however it was registered in semi-urban habitat such as Cañón "Cuatro Milpas" (116° 41'05"N, 31° 53'01"W) y Cañón de "Dona Petra" (116° 37'02"N, 31° 45'28"W). It was the most abundant species in urban and semi-urban areas.

2.2. Bats in Cities

Cities offer a variety of roosts for bats. Bats live in primarily in old, but also in new structures (Kurta and Teramino, 1992; Whitaker, 1998).

Bats species that live in human structures have greater fidelity than species that live in natural areas; even though urban bats move between alternative roosts or outside of buildings. This behavior is possibly to avoid predators, parasites, for breeding, to meet microclimatic requirements or to learn of other roost. Urban roosts provide more space for groups of bats, more microclimatic diversity and more climatic stability than trees. Also, the use of alternative roost before coming back to the nocturnal roost is very common (Whitaker, 1998; Evelyn, 2003; Duchamp *et al.*, 2004).

Mercurial vapor lamps used in street lights has been reported to attract some bats due to concentrations of insects; in yellow or orange light there is an inverse effect (Rydell and Racey, 1995; Gaisler *et al.*, 1998; Lee and McCracken, 2002).

The big brown bat is found in cities ranging from downtown and industrial zones to the suburbs and agricultural areas. This species roosts commonly in urban and rural human structures where it can be encountered in barns, houses, churches, storage buildings, factories and schools using attics, crevices, holes, corners and roofs. Roosts used have temperatures more constant and in winter were not below freezing (10° C in average). Some studies report its peak activity during the first hour after

sunset and decreases after that. It has been reported from April to September and activity is positive correlated to temperature and negative to humidity (Whitaker and Gummer, 1992; Gaisler *et al.*, 1998; de Cornulier and Clergeau, 2001; Whitaker *et al.*, 2002).

Adult females of big brown bats seem to be more exposed to human contact because of maternity roosting in human structures (Kurta and Matson, 1980).

Big brown bats show great fidelity to summer roosts, but do switch between alternative roosts each 2 to 6 days (Lewis, 1995). Hibernation in big brown bats is generally in buildings, but usually in different building than the maternity roost. Females concentrate in maternity colonies in summer and males sometimes are solitary in maternity roosts. On the other hand, during winter males and females are usually solitary. In some cases, hibernation groups are because bats need find some specific characteristics in roost converge in the same place, but it does not necessary mean that they need to group (Whitaker and Gummer, 1992).

Tadarida brasiliensis roost in caves and hollow trees in natural conditions, but is commonly found in structures in urban habitats it can share buildings with *Eptesicus fuscus* in the southern United States (Jennings, 1958 in Wilkins, 1989).

2.3. Description of the Species

2.3.1. *Eptesicus fuscus*, Big brown bat (Christian, 1956; Wilson and Ruff, 1999; Gannon, 2003).

The big brown bat is distributed from North America to northern South America and can be found in some Caribbean islands including Cuba, Puerto Rico and Jamaica.

The ears, face, wings and tail membranes are brown and with no fur and body is covered by long fur, soft and oily. The dorsal fur is brown, but it can vary; ventral fur usually is pale. The head is long and characterized by a broad nose, thick eyes, rounded and small ears. Females are smaller than males. Total length is about 87-138 mm, tail length is 34-56 mm, forearm length 42-54 and weight between 11-23 g.

During spring and summer, males are usually solitary, but females form maternity colonies of 20-300 adults. Maternity colonies can be found in hollow trees and in human structures.

Commonly the big brown begins flying about dusk and can fly 1-2 km for feeding reaching velocities speed up 33 km per hour. It forages on nights when air is warmer than 10-12o C. The call is a high frequency sound around 27-48 kHz.

It can survive at freezing temperatures during short periods, but in longer periods, bats will wake and shift roosts. It can live at least 19 years; however mortality is high before weaning (7%).

2.3.2. *Tadarida brasiliensis*, Free-tailed bat

(Wilson and Ruff, 1999; Gannon, 2003)

The free-tailed bat is conspicuous species and abundant in North America. It is wide spread from Oregon, Nevada, Utah, Nebraska, Georgia to North Carolina and Central America. Its distribution in South America is poorly known but there are some records from Argentina and Brazil.

Tadarida brasiliensis mexicana is usually migratory (flies distances to 1,300 km), and spends the winter in central and south region in Mexico where it commonly shelter in urban structures in small colonies.

In California and Southern Oregon *T. b. cynocephala* apparently is not migratory, remaining all year in buildings.

Body length is around 85-109 mm, forearm length is 36-46 mm, weight is 10-15 g. The uropatagium is partially free. Ears are thick and meet in front of the head. The wings are narrow and long allow bats reach high flight velocities (up to 95 km per hr), its flight is erratic. It is covered by brown or gray fur. Its echolocation calls are about 20-25 kHz.

Most females have only one baby in June. The average lifetime is more than 10 years.

2.4. Predators of Bats

Because of their specialized behavior and time of activity, bats have very few predators, except when they are inside of the roost or moving from roost to roost in large groups. However, there are some opportunistic predators of bats such as: *Macheiramphus alcinus* and *Falco ruficularis*, red tail hawk *Buteo jamaicensis*, road runner *Geococcyx californianus*; skunk *Mephitis mephitis*, *Conepatus mesoleucus*, raccoon *Procyon lotor* and opossums *Didelphis marsupialis*. Less frequent predators are horned owl *Bubo virginianus* and some reptiles such as rattle snake *Elaphe obsoleta*, *Agkistrodon contortrix*, coral snake *Micrurus fulvius* (Kunz, 1974; Fenton and Fleming, 1976, Wilkins, 1989).

Dermestid beetles (*Dermestes carnivorus*) and *Tenebrio* larvae cause great mortality in newborn and juvenile bats that fall to the ground in caves (Wilkins, 1989).

2.5. Flight Habits

Insectivorous bats have different types of flight related to morphology, and that can be reflected in foraging habits. Aerial insectivorous bats capture their prey in flight; they have short legs, calcar, ears, tragus narrow and short. Bats that feed over water have the same characteristics mentioned above but have smaller bodies. Insect prey are usually detected by echolocation; however many bats use “passive hearing” to detect the sound of the prey and can catch on flight or perching (Hutson, *et al.*, 2001).

Free-tailed bats exhibit continuous, fast and agile flight due to long and narrow wings and hunt in open areas (Barclay and Brigham, 1991; Lee and McCracken, 2002).

2.6. Food Habits

In Mexico, have not been studies on food habits in insectivorous bats. However, those kind of studies have been made in other countries in North America, Latin America, Europe and Asia (Kunz *et al.*, 1995; Whitaker, 1995; Whitaker and Rodríguez-Duran, 1999; Feldman *et al.*, 2000; Whitaker and Weeks, 2001; Lee and McCracken, 2002; Williams, 2005).

There is a variety of insects that can be consumed as food by insectivorous bats. Some of the heavily consumed groups are beetles (Coleoptera), moths (Lepidoptera) and flies (Diptera). In some cases they consume roaches (Blattoidea); termites (Isoptera); crickets (Orthoptera), winged ants (Hymenoptera) and some hemipterans and neuropterans. The range of insects that can be consumed by bats vary from gnats (few millimeters) until huge moths (50 mm and more than 200 mg). Many insect species that are consumed by bats are pests for humans, particularly agricultural pests. Bats eat great amounts of insects; sometimes have been estimated in 25% or 50% of body weight per night (Hill and Smith, 1983).

2.6.1. Food habits of *Eptesicus fuscus*

Bats that feed on hard bodied insects have the cranial crest well developed, where the large and powerful chewing muscles are attached; also they have few large and thick teeth and stronger jawbones (Freeman, 1979 in Findley and Wilson, 1982; Altringham, 1996; Neuweiler, 2000).

Big brown bats are able to feed on hard bodied insects, principally on coleopterans and hemipterans because of their strong mandibles structure (Whitaker, 1972; Whitaker, 2004). Food habits studies related of species in this genus include different type of habitats and they report that insects more consumed are: Coleoptera, Scarabaeidae and Carabidae. Also, lepidopterans, hymenopterans of families Formicidae and Ichneumonidae and dipterans of family Chironomidae are eaten by big brown bat (Whitaker, 1995; Whitaker and Weeks, 2001; Feldman *et al.*, 2000).

2.6.2. Food habits of *Tadarida brasiliensis*

Principal foods of *Tadarida brasiliensis* are dipterans, lepidopterans, coleopterans and hymenopterans, but much more information is needed on the food of this species (Kunz, *et al.*, 1995; Whitaker and Rodriguez-Duran, 1999).

2.7. Feeding strategies.

To obtain information about foraging ecology of insectivorous bats it is necessary to determine the activities of individuals, where they are hunting, what they are eating in comparison with what is available for them in the area and how these patterns vary in time (Fenton, 1982).

Many factors determine the food resources consumed, including spatial-temporal distribution and fluctuation in food availability, foraging activity pattern in space and time, and interactions with other organisms. Energetic demands in both sexes of bats suggest that females select warm habitats with high abundance of insects (Barclay, 1991; Lee and McCracken, 2002).

Different species of bats often show variation in food habits. This variation is often related to morphological modifications, flight habits and calling structure of echolocation. However, there are other factors that can influence foraging such as habitat structure and prey availability. Diversification of feeding strategies can be advantageous in reducing competition for same food. Nevertheless, in bats as in other mammals, it is also advantageous for the animal to be able to adapt diet to environmental conditions and to eat different foods (Freeman, 1979; 1982; DuBowy, 1988; Whitaker, 1994; Grindal and Brigham, 1999; Lee and McCracken, 2002; Whitaker, 2004).

A selection in space and time is generated because of a spatial heterogeneity by the organisms. For example, specialists develop in habitats relatively homogeneous in space and time; however generalists live in more heterogeneous habitat (Kassen, 2002).

In foraging site selection by bats, habitat structure is one of the most important characteristics. Foraging activity is increased along the borders where insect availability is increased and in environments with few habitat structures that could make flight difficult (Grindal and Brigham, 1999).

Food is a balance between availability and food selectivity. Two levels of selection can be distinguished. The first occurs when bats select its foraging sites. The second is when bats select food between insects available in the foraging sites selected. Probably the first level is the most important because bats move to where its food preferences are. However, availability in most of the studies is considered at the second level only (Whitaker, 1994).

Articles consumed by insectivorous bats can vary depending on food availability and predator selectivity Whitaker (1994). The term “available”, in this case, refers to all insects that inhabit the areas where the bats feed and which they could theoretically capture and eat. Some species of bats select their prey depending on size of the prey and it does not matter kind of prey (Hickey *et al.*, 1996).

2.7.1. Eptesicus fuscus

In deserts, the big brown bat is usually more abundant along vegetation edges, and exhibit opportunistic strategies of feeding (Studier *et al.*, 1994; Whitaker, 1994).

This species can fly across large continuous blocks of urban habitats toward agricultural zones or with trees to forage; however, it has been observed feeding in contiguous sites from roost which can result energetically advantageous (Duchamp *et al.*, 2004).

The maximum peak of activity in both sexes is during the first two hours after emergence, although females have a second period of high activity five hours later. The foraging period has variations depending on reproductive phase. The time that pregnant, lactating, postlactating females and juvenile individuals expend on foraging is approximately 45.5 ± 4.2, 83.9 ± 13.1, 53.1 ± 4.9 y 80.2 ± 8.6 minutes respectively and they are foraging at height from 5 to 10 m (Kunz, 1973; Brigham, 1990).

2.7.2. *Tadarida brasiliensis*

The free-tailed bat travels long distances to foraging sites, it feeds in open areas and forages at high altitudes (aprox. 3,000 m).(Wilson and Ruff, 1999).

2.7.3. Feeding in winter

Some studies have been made to determine whether bats forage during winter using fecal pellets or stomach contents. Fecal pellets from hibernating bats seem to be conglomerates of chitinous remains in digestive tract and it is moved slowly through intestines making a plug. This species in winter do not feed in Indiana, but occasionally emit a “winter” fecal pellet. A “winter” pellet can not have fresh food, but contain very hard and dark material, perhaps coagulated bile. Also, in Indiana some bats may wake up and go out from roost during hibernation period. However they are not necessarily coming out to get some food. Some studies confirm that bats are not feeding on winter, and report first eats from March (Mumford and Whitaker, 1982; Whitaker and Rissler, 1992; Whitaker and Rissler, 1993; Whitaker *et al*, 1997).

2.8. Interactions Birds-Bats

Bats and birds are the unique vertebrates that can fly. They sometimes occupy similar trophic roles. Approximately 2.5 percent of birds are nocturnal and therefore overlap their activities with bats; for example: the big brown bat overlaps its foraging period at least 33 minutes with Night hawk (*Chordeiles minor*; Wilson, 1973; Van Tyne and Berger, 1959 in Fenton and Fleming, 1976, Brigham, 1990).

Some interactions that birds and bats can have are: competition resulting from overlapping of the feeding niche and predation. Both groups use nocturnal insects as food. However, due to their echolocation skills, bats dominate insectivory on small and nocturnal prey, but they can not displace large birds (Fenton, 1974, Fenton and Fleming, 1976).

2.9. Possible pest controllers

Biological control agents could have an impact over pest species, although evidences indicate that, on the average, control agents hardly ever can completely eradicate pest species (Murdoch *et al.*, 1985; Fagan *et al.*, 2002).

Owen and Lewis (2001) demonstrated that, in the presence of a specialist predators, the level at which pest dispersion can be reduced depends on dynamics of the pest, more than controller agents. On the contrary, in the case of generalist predators, dispersion of pest can be stopped or eradicated, in spite of the dynamics of the pest. Generalist predators can persist in stable densities even in absence of the pest.

Natural and biological suppression of insects and diseases are less apt to put human health at risk and can reduce environmental deterioration compared with intensive chemical control methods (Letourneau and Goldstein, 2001).

Some studies have attempted to determine if bats regulate mosquito populations as is commonly mentioned. Whitaker and Long in 1998 discussed mosquito consumption in some species of bats, and found that frequency of appearance of mosquitoes in fecal pellets is low and the volume occupied in the sample do not exceed 5%. Thus, although bats will eat mosquitoes, it is not a frequent practice and few mosquitoes are consumed by bats flying near houses.

Some reports mention that *Myotis sp.* can eat 600 mosquitoes per hour or more but this information was done under laboratory condition, however in natural condition rarely eat them (Griffin *et al.*, 1960; Whitaker and Long, 1998).

Capture of individual mosquitoes is energetically not beneficial, some situations under mosquitoes are eaten by bats are: 1) beginning of season when food availability is low; 2) in high altitudes where individual mosquitoes may be more abundant than other groups of insects and 3) in other areas where mosquitoes are larger and are more abundant (Zinn and Humphrey, 1981; Barclay, 1985; Whitaker and Lawhead, 1992; Whitaker and Long, 1998).

Since female mosquitoes do not swarm, it is possible that most of the mosquitoes consumed are males. Thus, to consider that bats really have an impact on mosquito populations they should consume great amounts of females (Whitaker and Long, 1998).

In Indiana State it is been reported that between food items consumed by the big brown bat there are primary insects of economical implications in agricultural crops. In some cases, consumption of pest had represented 80% of its diet, been *Diabrotica undecimpunctata* the most important beetle because damages that cause in larval stage to corn roots (Whitaker, 1995; Whitaker and Weeks, 2001).

2.9.1. Important insects in the region

Primary tomato pests in California are: *Epitrix hirtipennis* (beetle), *Myzus persicae* (aphid), *Macrosiphum euphorbiae* (aphid), *Aculops lycopersici* (mite), *Trichoplusia ni* (looper), *Liriomyza spp.* (leafminer), *Helicoverpa zea* (larvae), *Spodoptera exigua* (larvae), *Keiferia lycopersicella* (larvae), *Euschistus conspersus* and *Nezara viridula* (wing bugs), *Manduca sexta* and *M. quinquemaculata* (larvae) (Letourneau and Goldstein, 2001).

Omer *et al.* (1999) reported grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) is one of the most destructive insect pests of cultivated grapes (*Vitis vinifera* L.) world-wide, having preferences for Cabernet sauvignon.

Also, see Anexo 2.

2.10. Local primary crops

In order to relate the presence of the prey items to some crops in Ensenada, we listed the primary crops and their principal pests mentioned by SAGARPA (2004) at Anexo 2.

Tomato is one of vegetables which receive higher use of chemical treatments: pesticides (93%), fungicides (98%) and herbicides (67%) per acre (Pimentel *et al.*, 1981 in Letourneau and Goldstein, 2001).

2.11. Other benefits

In addition to possible insect control, bats are beneficial for amounts of guano deposited by a numerous colony. Guano is one of the best fertilizers and is rich in nitrogen, sodium, potassium, calcium, iron, magnesium which can transfer significant amounts of nutrients in the ecosystems (Kunz, 1982; Studier *et. al*, 1994; Agosta, 2002).

2.12. Bats as diseases transmitters.

Bites caused by bats must be considered as potential exposure to contract rabies. However, approximately of 30,000 people in the world dead by rabies, 90% of cases were caused by dogs. Just 1% of bats contract rabies, also when they are infected rarely become aggressive. In USA just 24 people have contracted rabies by picking up sick bats from the ground. However, in Latin America, the human rabies transmitted cases by vampire bats has increased. (Brass, 1994; Mazzotti and Brandt, 1990; Schneider y Santos-Burgoa (1995); Gannon, 1992 in Nolan, 1997).

It is possible that bats were the original vertebrate host of *Trypanosoma cruzi*, the causal of Chagas disease. Also West Nile Virus infection was confirmed in big brown bats (*E. fuscus*) and *Myotis lucifugus* (Marfin *et al.*, 2001; Hayes *et al.*, 2005; Poinar, 2005).

Some viruses harbored by *Tadarida brasiliensis* are Rio Bravo virus, and the St. Louis encephalitis virus (SLE), also is a host of eastern equine encephalitis, western equine encephalitis and Japanese B encephalitis (Constantine and Woodall, 1964; Allen *et al.*, 1970; Constantine, 1970; in Wilkins, 1989).

Otherwise, guano concentrations inside roosts can cause Histoplasmosis. This disease is caused by a fungus *Histoplasma capsulatum* that can be associated with birds and bats feces. It affects the lungs and symptoms are similar to influenza (Henderson and Lee, 1992).

Also, bats can disperse some ectoparasites as mites or bat bugs (Cimicidae) which do not causes diseases but their bites can be disgusting or cause allergic reactions (Gullan and Cranston, 2000).

2.13. Elements for bats conservation

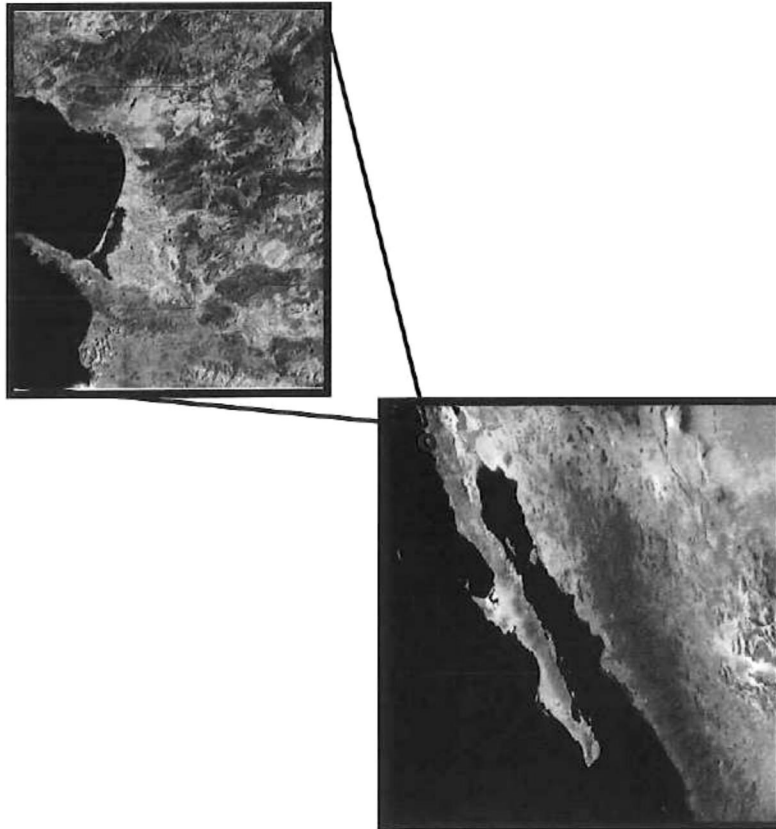
Agosta (2002) proposed conservation measures intend to highlight the importance of protecting worldwide and abundant species as *E. fuscus*. From an ecological and economic perspective, conservation of abundant species can be more significant considering the amounts of insects that they can consume and the nutrients contributed by guano.

Whitaker and Long (1998) suggest that we avoid arguing for bat conservation based on mosquito feeding, because bats eat few mosquitoes. Rather they suggest that we propose bat conservation by pointing out the amount of agricultural pest insects are eaten by bats. Other studies demonstrate that *E. fuscus* eats considerable amounts of pest insects; also with birds are primary predators of nocturnal insects (Whitaker, 1992; 1993; 1995). So bat s conservation should be encouraged based on maintaining a balance of ecosystems and to help regulate some insect populations.

III. STUDY AREA

3.1 Geographic description

The urban zone of Ensenada is located on the northwestern of Baja California State in the $116^{\circ} 36' 36''$ W y $31^{\circ} 53' 56''$ N. This city cover 46, 000 ha from mesa del Carmen in San Miguel to Cabo Banda in Punta Banda. It includes some towns: El Sauzal, Ejido Chapultepec, Maneadero, El Zorrillo and Esteban Cantu; the urban areas in Estero de Punta Banda, La Joya and Todos Santos Santos (Graphic 1; PDUCP, 1992).



Graphic 1. Geographic localization of Ensenada, Baja California.

3.2. Physic Features

It has a semi-dry weather with temperatures from 20 to 30o C and the minimum around 15o C in summer, the highest temperatures are in august. In winter temperatures are around 15 to 25o C and the minimum around 5o C in January.

Winds blow from NW with well defined breeze regimes. In the area happen some eventual meteorological phenomena: Santa Ana winds (from E warm and dry) primarily on autumn; coastal fog during spring and summer.

The rain in this region is poor, vary from 200 to 300 mm in winter. Also there is a mountain relief, some valleys and hills.

3.3. Biotic features

Flora

The native vegetation is unique in Mexico because of its mediterranean weather, which only occurs in this part of the country (Espejel, 1999 en Zizumbo 2001).

The coastal scrub is distributed in dry regions with winter rains. It has a mixed type of aromatic scrubs with heights from 0.5 to 1.5 m such as: *Viguiera laciniata*, *Eriogonum fasciculatum*, *Artemisia californica*, *Salvia apiana*, *Rhus integrifolia*, *Malosma laurina* y *Simmondsia chinensis* y *Ferocactus viridescens* var. *viridescens* endémica (Delgadillo 1998; Minnich 1999; Espejel *et.al.* 2001).

Chaparral

It is found in the northeastern of Baja California and it is contiguous to coastal scrub. It develops in poorly deep soils and tend to dry up in hillsides. Some representative plants are: *Adenostoma fasciculaum* “chamizo’, *Ambrosia dumosa*, *Euphorbia misera*, *Simondsia* sp “jojoba” (Miranda y Hernández X., 1963; Rzedowski, 1994; Garcia *et al.*, 1995 in Ayala, 2001).

Riparian vegetation

It grows at edges of rivers, streams, flooding zones, which are structured as corridors; some species are: *Platanus racemosa* “alisos”, *Tamarix parviflora* “pino salado” and *Salix spp* (Delgadillo, 1998; Leopold, 1997, García *et al.*, 1995 in Ayala, 2001).

Fauna:

It is a transition area between neotropical and nearctic regions which increases its biodiversity. In Ensenada it is possible to find species from these two regions. (Espejel, 1999 in Zizumbo, 2001).

3.4. Historical and cultural context (PDUCP, 1992)

Ensenada is the oldest city in Baja California; it was discovered in 1542 remaining uninhabited in the colony age and in 1886 the Compañía Internacional fractioned, traced streets, built houses and a brigde.

In 1877, Real de Castillo became in the capital city because of the gold mines, Ensenada was converted in port to commercialize this gold. In 1882, the capital is moved to Ensenada with 90 residents.

Since its foundation until early 1900, Ensenada had a regular feature, where its architecture and urban sites showed homogeneity. Its climate was because of its proximity to CA.

3.5. Social and economic context

Ensenada is the largest city in Baja California and its extension has contributed to increase unequally the number of residents. The growing rate in the whole Ensenada is 4.1% and in the urban area is 3.5%. In the economy of the state, Ensenada is ranked in third place providing 15% of the PIB.

The principal productive activities in Ensenada are business, fishery, agriculture, services, tourism and industry that have helped to increase employment and development.

3.6. Soil Uses

Primarily soil used since 1993 are: housing (41.92%), infrastructure (19.63%), equipment (12.75%) and fallow ground (10.68%). Other less conspicuous are used for business, industry and tourism.

3.7. Housing features in the city.

Using data from INEGI (2005b), Ensenada has 92,269 houses and most of them are independent. Almost 58% of the houses have roofs made of palm, wood and other natural materials. Around 30% are made of bricks, cement, etc. Services as water, electricity and drainage are present in 70% of the houses.

3.8. Features of the study area

It is located at the edge of the hill “Cerro del Quequi” toward ESE from urban zone of Ensenada between $116^{\circ} 37'.257$ W y $31^{\circ} 52'.636$ N. It is conformed by ten houses arranged in two paralel rows. Hhouses are made of bricks and cement 14m high. Each house have tiles over wood structures 4 m and 12 m high oriented to southern, eastern and western. Bats are living inside of the tiles. Near from the houses are poles and electric wires, as well as white and yellow street lamps. (Graphic 2)



Graphic 2. Architecture of houses from study site in “Monte Mar” in the urban zone of Ensenada

IV. OBJECTIVES

4.1. General Objectives:

Determine feeding habits of *Eptesicus fuscus* and *Tadarida brasiliensis* in the urban area in Ensenada, Baja California and to propose conservation strategies for the habitat and its bat populations.

4.2. Specific objectives

- 1.- Quantify and describe food items found in fecal pellets.
- 2.- Determine type of prey found.
- 3.- Describe natural history of prey.
- 4.- Interpret feeding habits of urban bats as related to taxa found as prey, and its importance in public health as vectors of diseases or as agricultural pests insects.
- 5.- Propose conservation strategies for habitat and populations of bats in urban zone in Ensenada, Baja California.

V. MATERIALS AND METHODS

The study sites were determined by preliminary visits to likely as potential sites. Permission of owners was secured for apartments at “Montes Mar” where *E. fuscus* existed inside of roof tiles and the accessibility to place nets, it was selected as study area, we could identify four roosts (apartments) for study. However, there was a colony of *Tadarida brasiliensis* near the study area, so we collected guano only from *E. fuscus* inside of the roost in order to be sure that we did not get any guano from *Tadarida brasiliensis*.

In 2005 the last rains were in April in the Mediterranean region of Baja California so it affected sampling. Sampling was from July 2004 to June 2005. There was no collecting from October to March because of winter weather conditions and where we did not record bat activity.

5.1. Fecal pellet collection

For food habits analysis (FHA) was done by fecal pellets as described by Whitaker (1988) because it is not harmful bats, and there are no problems with differential digestion. This is because most of foods that pass through the intestines of bats are insects and most insects have hard bodies compound of chitin and proteins. Whitaker *et al.* (2004) encountered chitinasa in the intestines of *E. fuscus*. The chitinasa in summer helps to break up the insects. With many species we can not use fecal analysis because of differential digestion. However, insectivorous bats feed almost entirely on insectivorous insects and all flying insects contain chitin. The food items pass through the intestines very rapidly, too rapidly for chitinasa affect the items thus differential digestion is not a problem.

To collect fecal pellets we modified techniques used by Whitaker and Rodríguez-Duran (1999) and Sparks and Valdez (2003), fecal pellets accumulated from several days were removed. We placed some plastic sheets (3x2m) just beneath each roost and left them 6 or 7 hrs. Plastic sheets were removed the next morning and fecal pellets were deposited in small independent bags to freeze them. This method was used during four days in summer and one day in autumn.

While monitoring bats living in the four roosts during 2005 we observed *T. brasiliensis* inside the roost, so we modified the sampling methods to collect pellets directly from the bats.

Using a pulley system, we placed a mist net (6x2m) at 12 m high in a transverse orientation to cover the space between two buildings. This site was selected because of bats abundance. Also, we placed two nets in an L shape, one of 12 m and the other of 6 m and 5 m high, using aluminum poles. Nets were placed from 00:00 to 7:00 hrs during 5 days.

In order to determine if there is a similarity in food habits between the two species, at least in spring, we decided to examine data from *T. brasiliensis*.

Once collected, the bats were placed in a plastic jar with a piece of paper inside to absorb the humidity of fecal pellets. Plastic jars were sealed with a piece of cloth. Bats were kept in the jar for 60 min. After that, they were measured and released. Fecal pellets from the same bat were stored together in plastic bags and frozen.

5.2. Laboratory activities

Fecal pellets were defrosted and softened in water. Using forceps and probes we crushed the samples and examined the material with a microscope (32x).

Following Whitaker (1988), each fecal pellet obtained below the bat was considered as a sample and all fecal pellets from a single bat taken at the same time were treated as a single sample. This is because fecal pellets from one bat at one time are usually very similar. Items found were identified, when possible, to family.

Also, we used the Entomological collection at CICESE to compare some items with the insects exhibited there, and to preserve some material.

We took digital pictures of items better preserved to make a catalog for the project "Texture analysis as a tool to establish conservation policies for bats based in their food habits".

5.3. Data analysis

We made the following estimates:

- a) **Average Percentage Volume:** (%V; Whitaker, 1988; Feldman *et al.*, 2000): is the average of the percentage of volume of each item in the whole sample. It can be calculated by visual estimations or using a reticule:

$$\%V = (\sum v_i / VT_m) * 100$$

Where:

V_i = individual volumes

VT_m = Total Volume in the sample

b) Percentage of occurrence or Frequency (%F) (Whitaker, 1988; Feldman et al. 2000): is the percentage of occurrence of each item.

$$\%V=(O_a/NT_m)*100$$

Where:

O_a = Occurrence of each item

NT_m = Number of the sample

c) Relative Frequency (RF): Is the frequency of each species expressed as the percentage of the sum of all frequencies. Maehr and Brady (1986) proposed the use of it because it can consider the relative importance of all prey items when there are valued.

$$RF=(O_a/\sum O_a)*100$$

Where:

O_a = Occurrence of each item

$\sum O_a$ = Sum of all Occurrences of all items

5.4. Statistical Analysis

Statistical analysis of the data was made using five General Linear Models (GLIM v. 3.77, Royal Statistical Society, London 1985) with Poisson errors, which assume the entrance of integer values and the variances are similar to their means. Thus, models are linked to a logarithmic function to make sure that fitted values are positive (Crawley, 1993). Models 1 and 2 were made for *E. fuscus* data, model 3 to *T. brasiliensis* and models 4 and 5 for a comparison between both species.

Model 1

We established two explanatory variables, first was season (est) with three levels and the second one was kind of prey (ep) with 27 levels. Response variable was frequency (fo). We consider two treatments: predator and prey.

Model 2

The two explanatory variables were the same ones used in model 1; however the response variable was volume (vo) and two treatments: predator and prey.

Model 3

We defined two explanatory variables, one of them was number of individual (in) with 12 levels and the second one was prey (ep) with 17 levels. Response variable was volume (vo). Two treatments were considered: number of individual and prey.

Model 4

For this model we established two explanatory variables, being the first predator (ed) with two levels and the second one prey (ep) with 22 levels. Frequency was the response variable. We considered three treatments: predator, prey and an interaction between predators and prey.

Model 5

Explanatory variables and treatments were the same that in model 4; but the response variable was volume.

With values obtained in deviance changes in each model we made an ANOVA to determine significance in treatments using F-tables. To evaluate if there was difference between insects eaten by predators we made use of *Student's t* Test.

VI. RESULTS

We collected bats at sunset during three seasons. Mostly females of *Eptesicus fuscus* were observed. There was some evidence of reproductive activity as pregnancy, lactation and breeding, therefore these bats were considered to be from a maternity colony living in buildings in Ensenada. We observed a decrease in the number of bats. During 2004 we counted 70 individuals while in 2005 less than 35 bats were observed.

To obtain fecal pellets directly from the bats, we collected 16 specimens of *E. fuscus*: 14 adult females and two juveniles. Females had three reproductive conditions, where 43% were late pregnancy, 7% lactating females and 50% did not exhibited reproductive activity.

We also collected fecal pellets of *T. brasiliensis* inside of the roost. We sampled 12 males, 11 adults and one juvenile.

6.1. *Eptesicus fuscus*

6.1.1. Fecal pellets analysis

From under the four roosts, we examined 141 pellets collected in summer and autumn. In spring we collected fecal samples directly from 12 of 16 individual big brown bats.

Through of FHA we examined 153 samples. Items found include 31 items in 19 families in 7 Orders, five more Orders. (Table 1). Some items were highly crushed and we could not identify them, but they were considered as unidentified.

We established 16 groups of food conformed by 12 orders and four more groups that, are not a prey but they were consider as part of the feces (internal organs, vegetation, eggs and unidentified items).

Percentage Volume (%V) in the most consumed insects was 35.6% Chironomidae and 22.7% unidentified Coleoptera. Percentage volume less represented corresponds to 0.02% Coreidae, Muscoidea and Plecoptera (Table 1).

Table 1. Seasonal Percentage Volumes of items and their means found in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California

ITEM	Percentage of Volume			
	Mean	Summer	Autumn	Spring
DIPTERA				
Chironomidae	35.6	35.0	51.1	8.1
Tipulidae	0.7	0.7		1.5
Sciaridae	0.2	0.2		
Culicidae	0.1	0.04	0.2	0.3
Otitidae	0.05	0.06		
Muscoidea	0.03	0.04		
Unidentified	3.1	4.0	0.08	1.08
Total	(39.8)	40.04	51.38	10.1
COLEOPTERA				
Scarabaeidae	10.9	12.7	1.6	12.9
Carabidae	2.3	2.4	1.0	3.8
Tenebrionidae	0.2	0.2		
Chrysomelidae	0.1	0.1	0.2	
Unidentified	22.7	22.2	14.5	44.9
Total	(36.2)	37.6	17.3	61.6
LEPIDOPTERA				
Unidentified	(6.5)	6.2	4.0	14.4
HEMIPTERA				
Lygaeidae	0.8	0.6	2.0	
Corixidae	0.1	0.1		
Nabidae	0.1	0.02		0.8
Coreidae	0.03	0.04		
Unidentified	5.4	3.1	18.2	
Total	(6.43)	3.86	20.2	0.8
HYMENOPTERA				
Formicidae	1.3	1.3	0.9	2.1
Ichneumonidae	0.9	0.8		4.2
Total	(2.2)	2.1	0.9	6.3
TRICHOPTERA				
Unidentified	(1.4)	1.8		0.5

Continue Table 1

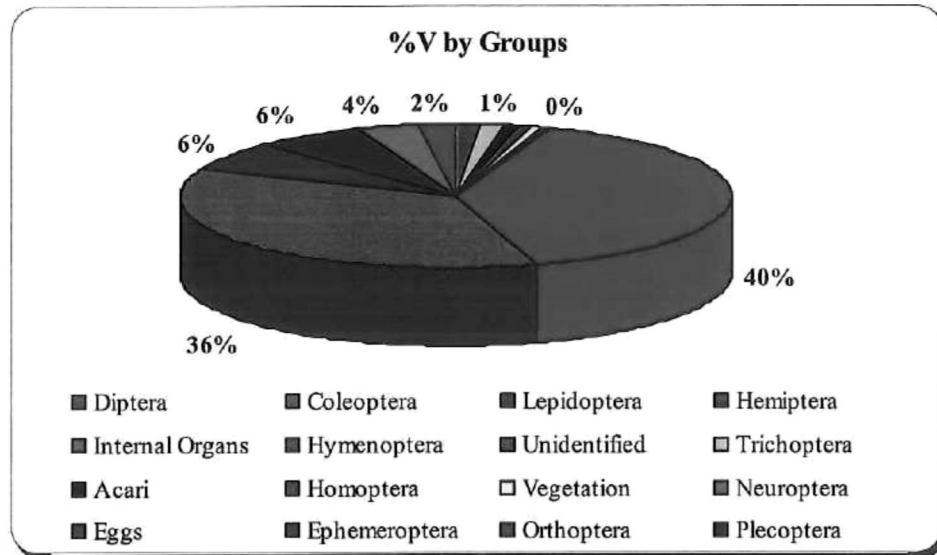
ITEM	Mean	Percentage Volume		
		Summer	Autumn	Spring
ACARI				
Unidentified	(0.9)	1.1	0.1	0.4
HOMOPTERA				
Cicadellidae	(0.7)	0.9	0.1	1.0
NEUROPTERA				
Hemerobiidae	(0.3)	0.4		0.1
EPHEMEROPTERA				
Unidentified	(0.1)	0.03		0.1
ORTHOPTERA				
Gryllidae	(0.04)	0.05		
PLECOPTERA				
Unidentified	(0.02)	0.03		
Other Insect Material				
Internal Organs	3.6	4.1	2.9	1.1
Eggs	0.2	0.1	0.1	0.1
Unidentified	1.5	1.3	3.1	
Total	(5.3)	5.5	6.1	1.2
VEGETATION	(0.5)	0.5		1.7
TOTAL	(100.4)	100.11	100.08	99.08

Feeding groups with the greater %V in the fecal pellets were 40% dipterans, 36% coleopterans, and less common were 0.04% orthopterans and 0.02% plecopterans (Graphic 3).

The insect types eaten by the highest number of bat were 83.0% Chironomidae, 73.2% unidentified coleoptera, 48.3% Lepidoptera. Less frequent items were Coreidae, Muscoidea and Plecoptera (0.7% each one; Table 2).

Feeding groups more frequently found were represented by 84.9% dipterans, 78.4% coleopterans, 48.3% lepidopterans and 39.8% hemipterans. Inconspicuous groups were 5.23% eggs, 3.27% Ephemeroptera, 1.31% Orthoptera and 0.65% Plecoptera (Graphic 4).

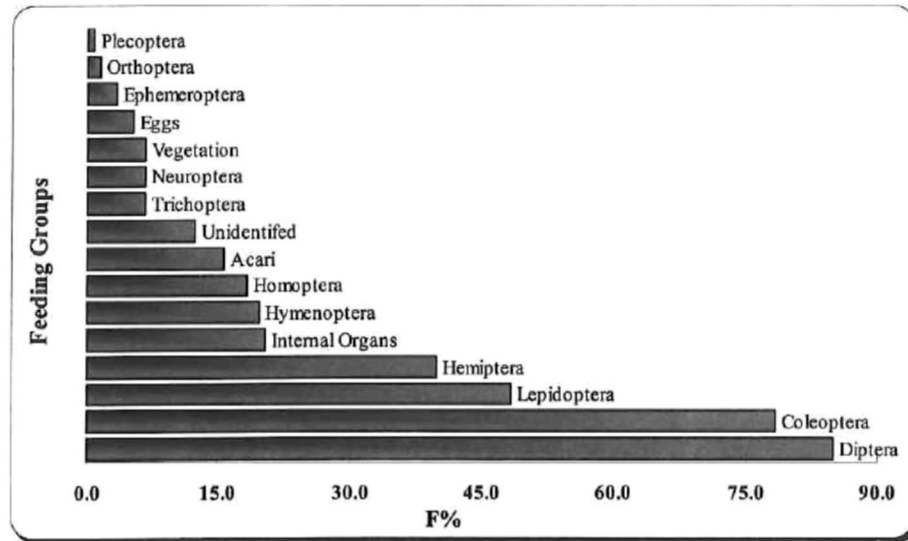
Relative frequency (RF) of the primary insects found, in an absolute frequency of 700 were 18.1% Chironomidae, 16% Lepidoptera and 7.7 Hemiptera. Less conspicuous were 0.1% Coreidae, Muscoidea y Plecoptera.



Graphic 3.Percentage Volume of feeding groups identified in 153 feces of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

Table 2. Frequency of the items encountered in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

ITEM	(%F)	ITEM	(%F)
Chironomidae	83.0	Hemerobiidae	6.5
Unident. Coleoptera	73.2	Lygaeidae	6.5
Lepidoptera	48.4	Ephemeroptera	5.9
Unident. Hemiptera	35.29	Eggs	5.2
Scarabaeidae	32.0	Chrysomelidae	2.6
Unidenti. Diptera	22.2	Gryllidae	2.6
Internal Organs	20.3	Corixidae	2.0
Cicadellidae	18.3	Culicidae	2.0
Acari	15.7	Sciaridae	1.3
Formicidae	13.1	Nabidae	1.3
Unidentif. Material	12.4	Otitidae	1.3
Carabidae	11.8	Tenebrionidae	1.3
Tipulidae	9.8	Coreidae	0.7
Ichneumonidae	8.5	Muscoidea	0.7
Trichoptera	6.5	Plecoptera	0.7
Vegetation	6.5		



Graphic 4. Feeding Groups represented by frequency in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

Dipterans constituted 24% of the items encountered in feces of *E. fuscus*, 21% coleopterans, 13% lepidopterans and 11% hemipterans. Less considered groups were 0.9% Ephemeroptera, 0.4% Orthoptera and 0.2% Plecoptera. Only in 19 samples of the total samples (12.4%) we had unidentified material, it is 3.3% of items found could not be classified in any group. (Graphic 5).

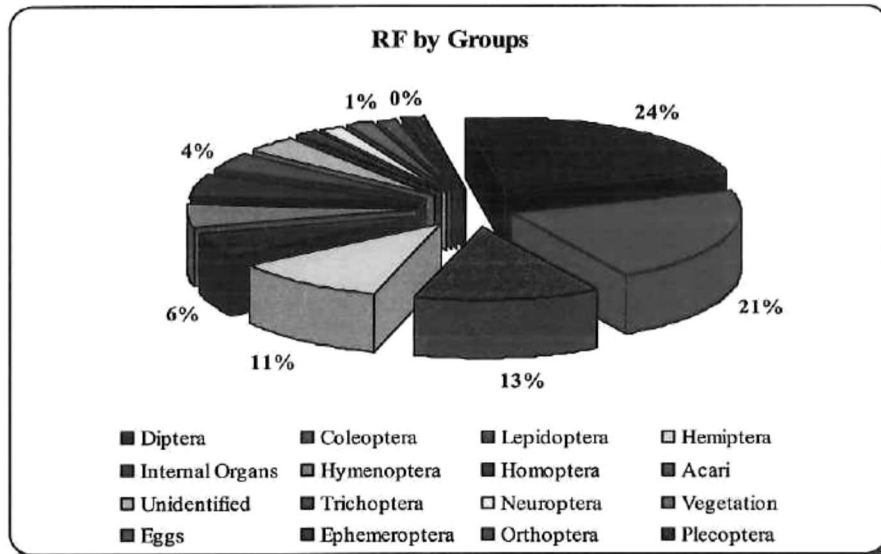
6.1.2. Statistical Analysis

The Generalized Linear Model that resulted from %v analysis was 1+EST+EP. Total deviance in the system was 43106 with 55 d.F. The kind of prey (EP) explained in 82.49% of the volume occupied in the feces of *E. fuscus* and the season (EST) explained in 12.12% (Table 3).

Table 3. Deviance, percentage of explanation and d.F of the two variables of the GLIM applied to volume data obtained from 153 feces of *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California.

Variables	Deviance explained	% of explanation	d.F.	X ² (α=0.05)
Prey	35562	82.49%	26	*
Season	5226	12.12%	2	*
Total Deviance	43106	100	55	

* significant



Graphic 5. Relative Frequency of the feeding groups in 153 fecal pellets of *E. fuscus* with an absolute frequency= 563 in the urban zone of Ensenada, Baja California.

This model had significant differences ($p < 0.05$) between volumes occupied by preys, as well as, differences in their volume in each season (Table 4).

We noted that the volumes of the most common prey over the year were chironomids and unidentified coleopterans in summer and autumn; and unidentified coleopterans and lepidopterans in spring (Table 5).

The General Linear Model used in Frequency analysis was 1+EST+EP. From the data resulted a 1662.7 total deviance in the system with 80 d.F. The kind of prey (EP) explained 57.42% the presence of the prey in fecal pellets of *E. fuscus* and season (EST) explained it in 37.12%. (Table 6).

This model had significant differences ($p < 0.05$) between frequencies of preys consumed and between frequencies registered by seasons (Graphic 6 and Table 7).

Ten kinds of prey were encountered consumed along the three seasons, been more common the presence of chironomids, unidentified coleopterans and lepidopterans (Table 8).

Table 4. List of preys consumed, displayed in descending order of volume occupied in the feces of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California in each season.

Season 1 (Summer) N= 116 EPC=27				Season 2 (Autumn) N= 25 EPC=13				Season 3 (Spring) N=12 EPC=16			
Prey Item	%V	+		Prey Item	%V	+		Prey Item	%V	+	
Chironomidae	35.1			Chironomidae	51.1			Unid. Coleoptera	44.9		
Unid. Coleoptera	22.2			Unid. Hemiptera	18.2			Lepidoptera	14.4		
Scarabaeidae	12.6			Unid. Coleoptera	14.5			Scarabaeidae	12.9		
Lepidoptera	6.2			Lepidoptera	4.0			Chironomidae	8.1		
Unid. Diptera	3.9			Lygaeidae	2.0			Ichneumonidae	4.2		
Unid. Hemiptera	3.1			Scarabaeidae	1.6			Carabidae	3.8		
Carabidae	2.4			Carabidae	1.0			Formicidae	2.1		
Trichoptera	1.8			Formicidae	0.9			Tipulidae	1.5		
Formicidae	1.8			Chrysomelidae	0.2			Unid. Diptera	1.1		
Acari	1.1			Culicidae	0.2			Cicadellidae	1.0		
Cicadellidae	0.9			Acari	0.1			Nabidae	0.8		
Ichneumonidae	0.8			Cicadellidae	0.1			Hemerobiidae	0.7		
Tipulidae	0.7			Unid. Diptera	0.1	-		Trichoptera	0.5		
Lygaeidae	0.6							Acari	0.4		
Hemerobiidae	0.4							Culicidae	0.3		
Tenebrionidae	0.2							Ephemeroptera	0.1	-	
Sciaridae	0.2										
Corixidae	0.1										
Chrysomelidae	0.1										
Ephemeroptera	0.1										
Otitidae	0.1										
Gryllidae	0.05										
Coreidae	0.04										
Muscoidea	0.04										
Culicidae	0.04										
Plecoptera	0.03										
Nabidae	0.02	-									

N=number of samples; EPC= Richness of prey consumed.

Table 5. Mean of Percentage Volume of the preys eaten by *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

ITEM PREY	Percentage Volume			
	Mean	Summer	Autumn	Spring
Chironomidae	35.6	35.1	51.1	8.1
Uniden. Coleoptera	22.7	22.2	14.5	44.9
Scarabaeidae	10.9	12.6	1.6	12.9
Lepidoptera	6.5	6.2	4.0	14.4
Unident. Diptera	3.1	3.9	0.08	1.1
Carabidae	2.3	2.4	1.0	3.8
Formicidae	1.3	1.3	0.9	2.1
Acari	0.9	1.1	0.1	0.4
Cicadellidae	0.7	0.9	0.1	1.00
Culicidae	0.1	0.04	0.2	0.3
<i>Sume of %V</i>	<i>15300</i>	<i>11600</i>	<i>2500</i>	<i>1200</i>

Table 6. Deviance, percentages of explanation and d.F. of the two variables of the GLIM for the occurrence data obtained from 153 fecal pellets of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

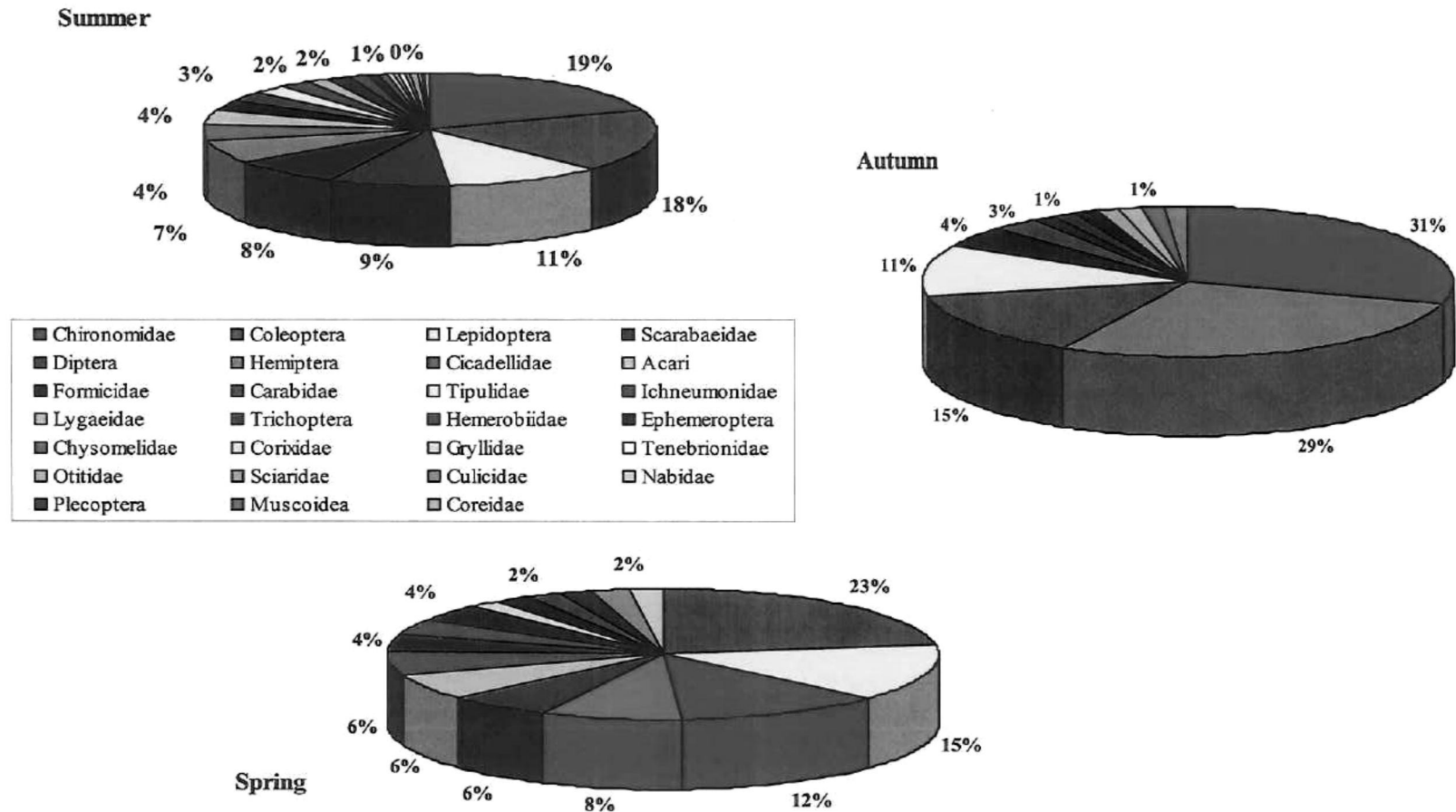
Variables	Explained Deviance	% of explanation	d.F.	X ² (α=0.05)
Prey	954.8	57.42	26	*
Season	617.3	37.12	2	*
Total Deviance	1662.7	100	80	

* significant

Table 7. List of preys consumed, displayed by descending order of frequency in the fecal pellets of *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California in each season.

Season 1 (Summer) N= 116 EPC=27			Season 2 (Autumn) N= 25 EPC=13			Season 3 (Spring) N=12 EPC=16		
Prey Item	%F		Prey Item	%F		Prey Item	%F	
Chironomidae	86.2	+	Chironomidae	84	+	Unid. Coleoptera	91.7	+
Unid. Coleoptera	78.5		Unid. Hemiptera	80		Lepidoptera	58.3	
Lepidoptera	50.9		Unid. Coleoptera	40		Chironomidae	50.0	
Scarabaeidae	38.8		Lepidoptera	32		Cicadellidae	33.3	
Unid. Diptera	35.3		Formicidae	12		Scarabaeidae	25.0	
Unid. Hemiptera	29.3		Carabidae	8		Tipulidae	25.0	
Cicadellidae	19.8		Scarabaeidae	4		Hemerobiidae	25.0	
Acari	19.0		Unid. Diptera	4		Unid. Diptera	16.7	
Formicidae	13.8		Cicadellidae	4		Ichneumonidae	16.7	
Carabidae	12.1		Acari	4		Trichoptera	16.7	
Tipulidae	10.3		Lygaeidae	4		Acari	8.3	
Ichneumonidae	9.5		Chysomelidae	4		Formicidae	8.3	
Lygaeidae	7.8		Culicidae	4	-	Carabidae	8.3	
Trichoptera	7.0					Ephemeroptera	8.3	
Hemerobiidae	6.0					Culicidae	8.3	
Ephemeroptera	3.5					Nabidae	8.3	-
Chysomelidae	2.6							
Corixidae	2.6							
Gryllidae	1.7							
Tenebrionidae	1.7							
Otitidae	1.7							
Sciaridae	1.7							
Culicidae	0.9							
Nabidae	0.9							
Plecoptera	0.9							
Muscoidea	0.9							
Coreidae	0.9	-						

N=number of samples; EPC= Richness of preys consumed.



Graphic 6. Relative Frequencies of the items found in each season (AF: summer=515; autumn=71;spring 49) in 153 fecal pellets of *E. fuscus* in Ensenada, Baja California.

Table 8. Total and seasonal frequencies of preys consumed in three seasons by *E. fuscus* in the urban area of Ensenada, Baja California.

Prey Item	Frequency			
	Average	Summer	Autumn	Spring
Chironomidae	83.0	86.2	84.0	50.0
Coleoptera	73.2	78.5	40.0	91.7
Lepidoptera	48.4	50.9	32.0	58.3
Scarabaeidae	32.0	38.8	1.4	25.0
Diptera	22.2	35.3	1.4	16.7
Cicadellidae	18.3	19.8	1.4	33.3
Acari	15.7	19.0	1.4	8.3
Formicidae	13.1	13.8	4.2	8.3
Carabidae	11.8	12.1	2.8	8.3
Culicidae	2.0	0.2	1.4	8.3
<i>N</i> =	153	116	25	12

6.2. *Tadarida brasiliensis*

6.2.1 Fecal pellets analysis

During May and June in 2005 we collected 12 bats, and obtained fecal pellets from all. There were 20 different items in the feces of *T. brasiliensis*, at correspond to 12 families in 8 orders and two more orders (Lepidoptera y Acari). Items recognized were included in 11 categories compound of 8 orders and 3 more groups that do not represent prey but they are part of the contents in the feces (vegetation, internal organs and eggs).

Items with the highest volumes were 29.2% lepidopterans and 15.75% chironomids, and the lowest were registered by Tipulidae, Muscoidea and Corixidae with 0.08% each of them (Table 9).

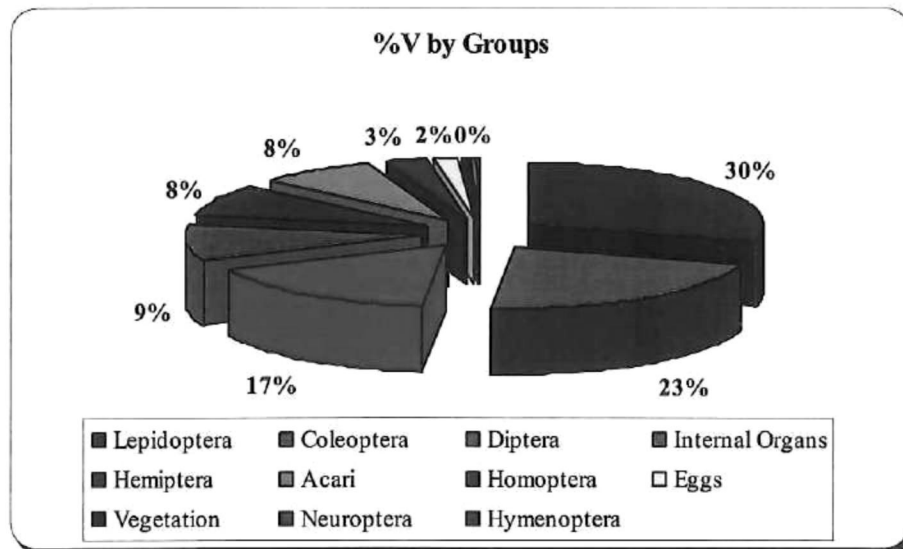
Table 9. Percentage of Volume of the items found in 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California

ITEM	%V
DIPTERA	
Chironomidae	15.8
Tipulidae	0.1
Culicidae	0.2
Muscoidea	0.1
Unidentified	0.8
Total	17.0
COLEOPTERA	
Scarabacidae	7.5
Unidentified	15.0
Total	22.5
LEPIDOPTERA	
Unidentified	29.2
HEMIPTERA	
Lygaeidae	2.5
Corixidae	0.1
Miridae	1.4
Coreidae	0.3
Unidentified	4.2
Total	8.5

Continue Table 9

ITEM	%V
HYMENOPTERA	
Formicidae	0.3
ACARI	
Unidentified	8.2
HOMOPTERA	
Cicadellidae	2.7
NEUROPTERA	
Hemerobiidae	0.3
OTROS ARTICULOS	
DE INSECTOS	
Internal Organs	9.3
Eggs	1.8
Total	11.1
VEGETATION	0.4
TOTALS	100.1

Lepidopterans (29.2%) and coleopterans (22.5%) were the two most important feeding groups expressed by percentage of volume. Less conspicuous were neuropterans and hymenopterans (0.4% each one; Graphic 7).



Graphic7. Percentage volume in the feeding groups in a total volume=1200 in 12 fecal pellets of *T.brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

More frequent items found were 91.7% lepidopterans, 58.3% unidentified coleopterans, 50% internal organs and 41.7% chironomids. Less frequent were Tipulidae, Scarabaeidae, Corixidae, Muscoidea and Vegetation with 8.3% (Table 10)

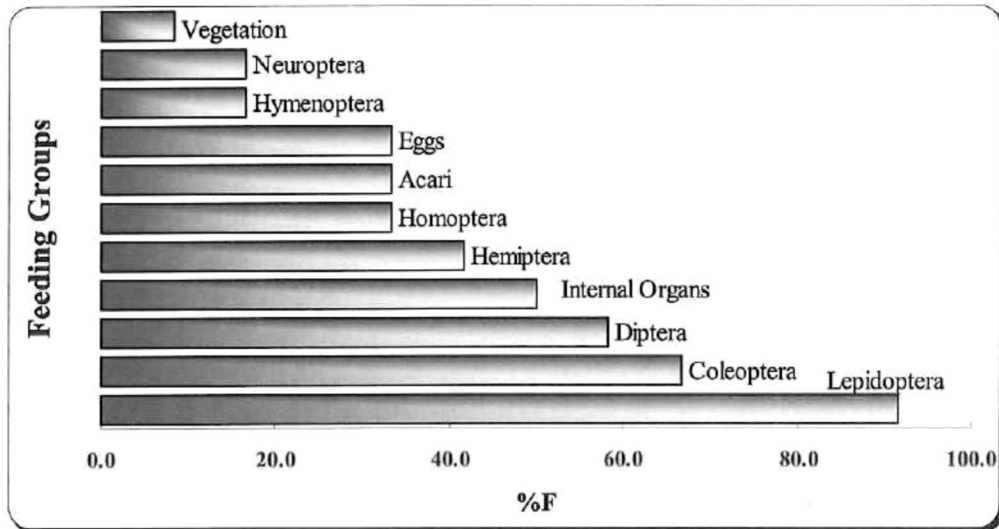
Table 10. Frequencies of items identified in 12 feces of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California

ITEM	%F	ITEM	%F
Lepidoptera	91.7	Culicidae	16.7
Uniden. Coleoptera	58.3	Hemerobiidae	16.7
Internal Organs	50.0	Miridae	16.7
Chironomidae	41.7	Coreidae	16.7
Acari	33.3	Formicidae	16.7
Cicadellidae	33.3	Tipulidae	8.3
Eggs	33.3	Scarabaeidae	8.3
Lygaeidae	25.0	Corixidae	8.3
Uniden. Diptera	25.0	Muscoidea	8.3
Uniden. Hemiptera	25.0	Vegetation	8.3

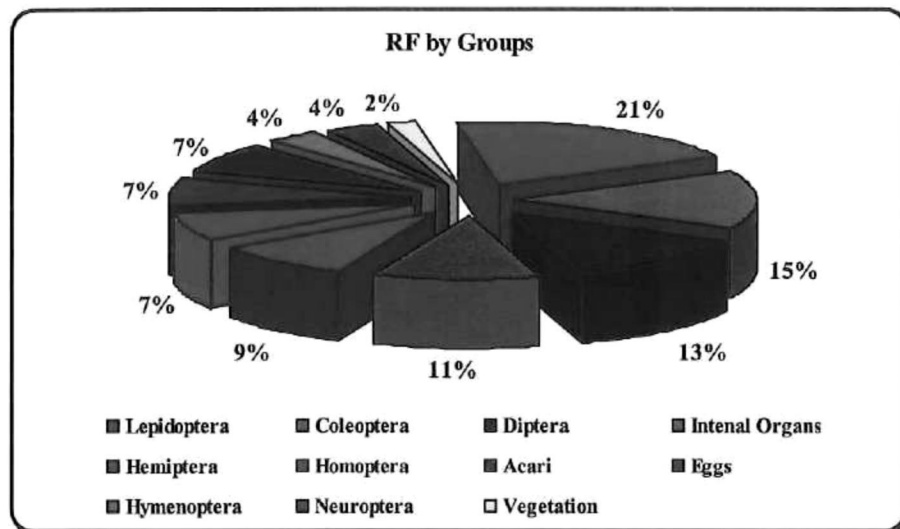
Relative frequencies indicate that lepidopterans were found in 16.9% of the bats, unidentified coleopterans in 10.7%, internal organs in 9.2% and chironomids in 7.7%.

Most frequent groups encountered were 91.6 Lepidoptera, 66.6% Coleoptera and 58.3% Diptera. In the other hand, less represented groups were 16.6% Hymenoptera and Neuroptera and 8.3% Vegetation (Graphic 8).

Relative Frequency in the most conspicuous groups were encountered in 20.3% Lepidoptera, 14.8% Coleoptera and 12.9% Diptera; while the lowest values belong to Hymenoptera and Neuroptera with 3.7% and vegetation 1.85% (Graphic 9)



Graphic 8. Frequency of the feeding groups registered in 12 feces of *T. brasiliensis*, in the urban zone of Ensenada, Baja California.



Graphic 9. Relative Frequencies of feeding groups considering an absolute frequency =54, in 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

6.2.2. Statistical Analysis

The Generalized Linear Model obtained was 1+IN+EP, analyzing data we had a total deviance of 1241.6 with 53 d.F. The kind of prey (EP) explained 58.16% of the presence of the preys in feces of *T. brasiliensis* and the number of individual explained 22.42% (Table 11).

Table 11. Deviance, percentage of explanation and d.F of the two variables of the GLIM applied to data obtained from the analysis of 12 fecal pellets of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

Variables	Explained deviance	% of explanation	d.F.	X ² (α=0.05)
Prey	722.22	58.16%	26	*
Number of Individual	278.38	22.42	42	*
Total Deviance	1241.6	100	53	

* significant

Model showed significant differences ($p < 0.05$) between kind of prey, and items eaten among specimens sampled.

6.3. *Eptesicus fuscus* vs. *Tadarida brasiliensis* in Spring

The Generalized Linear Model produced was 1+ED+EP+ED.EP. During analysis we obtained a total deviance of 117.30 with 43 d.F. The kind of prey (EP) explained in 71.6% the incidence of preys in feces of both species of bats, the interaction between kind of prey and predator explained 28.18% and predators explained 0.20% (Table 12).

Table 12. Deviance, percentages of explanation and d.F. of the two variables and the interaction in the GLIM with the data obtained from the comparative analysis of 12 feces of *E. fuscus* and 12 of *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

Variables	Explained Deviance	% of explanation	d.F.	X ² (α=0.05)
Prey	84.05	71.60	1	*
Predator	0.24	0.20	21	n.s.
Interaction ED-EP	33.08	28.18	21	*
Total Deviance	117.38	100	43	

* significant; n.s. (non significant)

Also, the GLIM showed significant differences ($p < 0.05$) between preys consumed by each of two species (Table 13), primarily for three kind of preys (Table 14).

Table 13. List of preys consumed, displayed by descending order of occurrence in feces of *E. fuscus* and *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California.

<i>Tadarida brasiliensis</i> N= 12 EPC= 17 SV=1200				<i>Eptesicus fuscus</i> N= 12 EPC=16 SV=1200		
Prey Item	%F	%V	+	Prey Item	%F	%V
Lepidoptera	91.7	29.2		Un.Coleoptera	91.7	44.9
Un.Coleoptera	58.3	15.0		Lepidoptera	58.3	14.4
Chironomidae	41.7	15.8		Chironomidae	50.0	8.1
Acari	33.3	8.2		Cicadellidae	33.3	1.0
Cicadellidae	33.3	2.7		Scarabaeidae	25.0	12.9
Un. Hemiptera	25.0	4.2		Tipulidae	25.0	1.5
Lygaeidae	25.0	2.5		Hemerobiidae	25.0	0.7
Un. Diptera	25.0	0.8		Trichoptera	16.7	0.5
Coleidae	16.7	0.3		Ichneumonidae	16.7	4.2
Miridae	16.7	1.4		Un.Diptera	16.7	1.1
Hemerobiidae	16.7	0.3		Acari	8.3	0.4
Culicidae	16.7	0.2		Carabidae	8.3	3.8
Formicidae	16.7	0.3		Culicidae	8.3	0.3
Scarabaeidae	8.3	7.5		Formicidae	8.3	2.1
Tipulidae	8.3	0.1		Nabidae	8.3	0.8
Muscoidea	8.3	0.1		Ephemeroptera	8.3	0.1
Cerixidae	8.3	0.1	=			

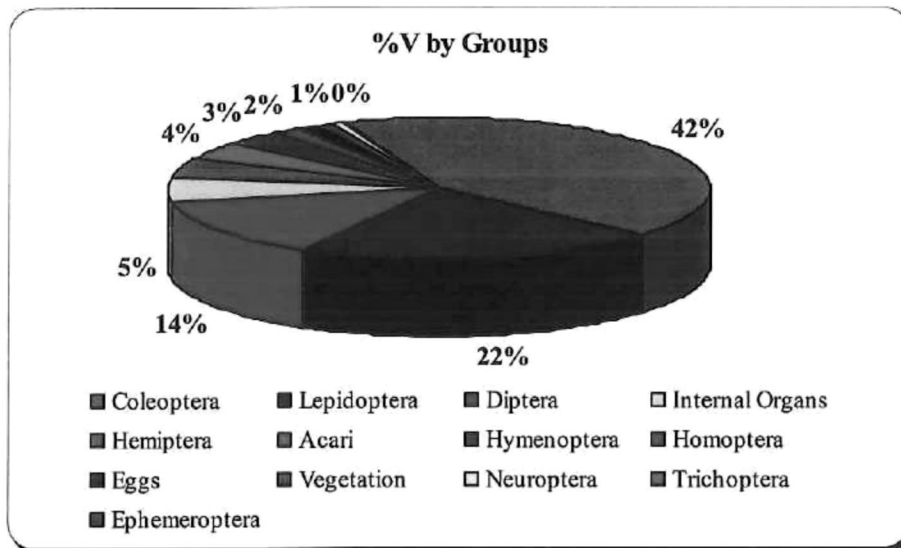
N= number of samples; EPC= Richness of preys consumed seasonally SV= Sum of % of Volume

Table 14. Comparison (by number of occurrence of preys) between fecal pellets of *E. fuscus* and *T. brasiliensis* in the urban zone of Ensenada, Baja California using *t de student test.*

Prey	Predator	t c	t t	g.l.=21
Lepidoptera	<i>Tadarida brasiliensis</i>	4.414	1.721	*
Coleoptera	<i>Eptesicus fuscus</i>	3.7	1.721	*
Acari	<i>Tadarida brasiliensis</i>	2.120	1.721	*

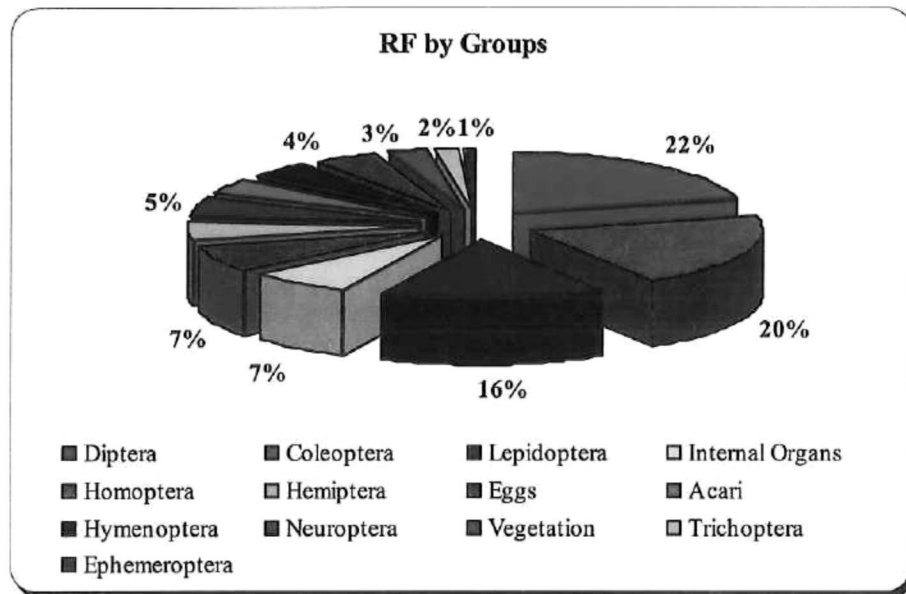
* significant

The relative volumes of the feeding groups by bats in Ensenada are represented primarily by 42% Coleoptera, 22% Lepidoptera and 14% Diptera (Graphic 10).



Graphic 10. %V of the feeding groups encountered en 24 feces, 12 of *E. fuscus* and 12 of *T. brasiliensis*) of Ensenada, Baja California.

Food habits of insectivorous bats living in urban area of Ensenada, Baja California are primarily composed by 22% coleopterans, 18% dipterans and 17% lepidopterans. (Graphic 11).



Graphic 11. RF of the feeding groups with absolute frequency of 114 in 24 urban bats (*E. fuscus* y *T. brasiliensis*) of Ensenada, Baja California.

VII. DISCUSSION

7.1. General information

This is the first study on the food habits of insectivorous bats in Mexico. Of the material examined, 99% was completely identified in 165 fecal pellets of *E. fuscus* y *Tadarida brasiliensis*.

In this population we observed a decrease in the number of individuals, in 2004 we counted 70 bats and no more 35 during 2005, we do not know the reasons for it but, it could be a result of displacement caused by the arriving of *T. brasiliensis* to roosts. The status of conservation of *T. brasiliensis* is unknown.

7.2. *Eptesicus fuscus*

Food habits of the big brown bat from a maternity colony in the urban area of Ensenada, Baja California are closely related to foraging and flight habits and to the mandibles compounded of large and thick teeth that help it to capture a great variety of insects, particularly hard bodied flying insects (Whitaker, 1972; Freeman, 1979 in Findley and Wilson, 1982; Fenton and Bogdanowicz, 2002). Aerial insectivorous are able to take their prey that share the same flying strategies and visit open water to forage (Barclay y Brigham, 1991 and Whitaker, 1994). Big brown bats seem to be able to fly through habitat less favorable and tolerant to urbanization around the roost (Duchamp *et al.*, 2004). It could explain why big brown bats in Ensenada were observed feed on insects attracted by street lamps and get into the roosts through electric wires, trees and other urban elements.

We determined that there were 31 prey items in 153 feces of *E. fuscus*. Chironomidae and unidentified coleopterans were the two most important insects in the diet of big brown bats expressed either by percent volume or frequency. These results showed little similarity with other studies in different latitudes. For example, in Indiana, USA where oak forest and agricultural areas are predominant, Scarabaeidae,

Carabidae, *Diabrotica undecimpunctata*, coleopterans non identified, Lepidoptera, Formicidae, Icheumonidae and Chironomidae are considered as primarily food items (Whitaker, 1995; Whitaker and Weeks, 2001). In other desert zones, as in Israel, lepidopterans and coleopterans (Scarabaeidae) are the most important insects consumed by *E. bottae* (Feldman *et al.*, 2000).

In this comparative analysis we observed that *E. fuscus* is a generalist, because it does not exhibit a well defined pattern of prey eaten (Fenton and Fleming, 1976). Even though there is a great variety of insects in its diet (Whitaker, 1972; Whitaker, 2004) in this study it tends to consume certain kind of prey having seasonal variation

Some factors that contribute to specific types of food eaten are availability and quality of prey (energetics of prey, difficulty of capture, etc.), quantity of prey (abundance and biomass), richness of prey, hunger of predator, abilities of hunting, etc. (Grindal and Brigham, 1999, Gullan and Cranston, 2000). But in bats, diet is a balance between availability and selection of prey. Selection shows two levels: 1) bats select their foraging habitats; 2) they choose their prey among what is available in the foraging sites. Insects available are the flying insects that live or pass through flying route of bats and therefore can be consumed by them. Possibly the first level of selection is the most important because it promotes the movement of bats to the places with insects preferred by them; however, most studies just consider the second level of selection (Whitaker, 1994).

In optimal conditions, usually in summer, bats have more possibilities of choosing their foods (Anthony and Kunz, 1977; Swift and Racey, 1983; Whitaker, 2004). It was reflected in our results of 116 feces analyzed in this season, and where we had the greater richness of prey items (27 items) during a year. Chironomids, unidentified coleopterans and lepidopterans were the most common insects encountered in feces. It is different from that Whitaker *et al.* (1997) and Whitaker (2004) report where coleopterans (carabids and scarabids) and hemipterans are more frequent in summer. The relative volumes of prey items showed great dispersion of the

values; but most of prey items found represented low values. Chironomids and unidentified coleopterans had the highest values by volume.

It is possible that an increase of the availability of prey has been favored by local climatologic conditions. Summer is a dry season with natural fires in the Mediterranean region of Baja California, so it probably increases nocturnal temperatures, which are advantageous for insects (Rydell and Racey, 1995; Gaisler *et al.*, 1998). So, summer would seem to be the optimal season for the requirements of a maternity colony of the big brown bat. However, Aguirre (2003) proposes that in dry seasons trophic niches are reduced and there is more competence by resources.

We found 16 prey items in 12 samples during spring. Unidentified coleopterans, lepidopterans and chironomids were the three most important insects in the diet of big brown bats, expressed by frequency, it was similar to what Whitaker *et al.* (1997) and Whitaker (2004) reported in this seasons in USA. We observed less dispersion in the percentages of volume, compared with summer but most of prey tends to concentrate in low values. Chironomids represented most of 50% of the volume in the sample. Spring is supposed a dry season but in 2005 it rained even in April, so it was humid enough to improve environmental condition for chironomids.

The prey item richness registered its lowest value in autumn (13 items) in 25 samples. Chironomids and unidentified hemipterans were the two most important insects expressed by frequency, but coleopterans occupied almost 50% of the volume of the sample. It was different from eastern USA, where carabids, scarabaeids and *Diabrotica sp.* are more important in this season (Whitaker *et al.*, 1997). The percentage volumes were lower and less dispersed than other seasons. It is possible that a decrease in the temperatures and the beginning of rains had a negative influence in the prey items richness; also bat activity usually decreases with the lower temperatures in the foraging areas (Grindal and Brigham, 1999).

In early November there was a cessation of activity by *E. fuscus* apparently caused by temperature decreases and increases in the quantity and frequency of rain (Gaisler *et al.*, 1998; de Cornulier and Clergeau, 2001). Because of the recent discovery and monitoring of the maternity colony, we do not know if bats are migrating or hibernating inside of urban roost. Also, a decrease of abundance of insects in the street lamps is evident.

Nevertheless, although the winter activity of the bats in the maternity colony, the big brown bat showed indication of great energetic demand, as a thick greasy subdermic layer of fat. This presumably serves as energy supply for a time of food scarcity. Some studies in USA have indicated that big brown bats do not feed on winter at least in Indiana. Bats wake in winter approximately every 2 weeks but not for feeding. They may drink water and so do not become dehydrated. They have been reported active in early march (Mumford and Whitaker, 1982; Whitaker and Rissler, 1992; Whitaker and Rissler, 1993; Whitaker *et al.*, 1997). However, in the urban area of Ensenada, Baja California, big brown bats became active on late April, presumably after hibernating trough winter.

It is likely that differences in spatial-temporal distribution of available insects account for some variation in the frequencies and volumes of prey items encountered. But also the bats will select from available prey, selecting beetles and true bugs when available. Therefore, the actual foods eaten are those selected from among the food available. Habitats exhibiting high variability lead to irregular foraging routes (Fleming, 1982; Lee and McCracken, 2002; Sparks and Valdez 2003).

We observed the peak activity of big brown bats during summer, primarily from June to August. It is related to high energetic demands of pregnant and lactating females. Also climatic conditions could favor diversity and abundances of nocturnal insects giving a high variety of preys eaten at this season (Rydell and Racey 1995; Gaisler *et al.*, 1998; Lee and McCracken, 2002). Chironomids, unidentified coleopterans and lepidopterans are the most frequent items in the diet in summer; which probably are more available.

On the other hand, *E. fuscus* showed the lowest prey item richness in autumn enhanced by the low temperatures, but it is better distributed the equitability of the frequency of the items.

We recognize ten primarily prey items eaten during the three seasons sampled. Chironomids, coleopterans and lepidopterans were the most frequent insects found in the feces of the big brown bat. Chironomids were the most abundant by volume taxa recognized, so it disagree with Brigham (1990) who mention that chironomids are not available for the big brown bat because of it flying habits.

Chironomids have their reproductive period from May to September, so it could explain their frequent and abundant presence in the fecal pellets of big brown bats. Quiroz and Rodriguez (2000) reported that male and female chironomids form mating swarms at dusk near freshwater habitats. These swarms contain millions of chironomids, so they could be highly available to *E. fuscus*.

Chironomids are often confused with mosquitoes; but they are a group without medical-veterinary, or agricultural importance. Recently, chironomids have been used as environmental indicators. Increases in chironomid larvae or "blood worms" (for the presence of hemoglobin) indicate a decrease of dissolved oxygen in water. Studies report use of chironomids as ecological indicators of perturbation on aquatic habitats, principally for the monitoring of habitat deterioration and to evaluate the status of freshwater ecosystems (Barbour et al., 1994 en Barbour *et al.*, 1999; Quiroz y Rodríguez, 2000; Andersen *et al.*, 2002).

The presence of chironomids in feces of *E. fuscus* in the urban zone of Ensenada must be associated with freshwater habitat with certain extent of deteriorate or negative anthropogenic impact as Dam "Emilio Lopez Zamora" located on the SE of Ensenada. Nevertheless, the presence of the Big brown bats was not been reported by Couoh de la Garza (2005), probably because of the hour of the sampling, is probably that *E. fuscus* visit this dam to feed on.

Besides chironomids, coleopterans (unidentified and Scarabaeidae) and lepidopterans were highly represented in feces. Dipterans, cicadellids, mites, formicids (ants), carabids and culicids (mosquitoes) also were found in the three seasons sampled.

Many of these prey items are reported in USA as important pests. These include scarabaeids, carabids, lepidopterans, dipterans, cicadellids and formicids (Powell and Hogue, 1979; Borror *et al.*, 1981; Papp, 1984; Ball and Shpeley; Whitaker, 1995; Gullan and Cranston; 2000). Also, some dipterans and mites can be vectors of epidemic and infectious diseases.

Despite the intensive agricultural activity in Ensenada, there is not enough information about all pests, how to control them, population dynamics, annual fluctuations, etc.

INIFAP (2004) reports *Diabrotica sp* as one of the principal pest in pumpkin, flower, watermelon and radish crops in Baja California. Also some larval stages of lepidopterans are pests of broccoli, pumpkin, peas, lettuce, cucumber, watermelon, cabbage, corn and tomato. Dipterans are pests of strawberry, cucumber and tomato; cicadellids have been reported vector of *Xylella fastidiosa* that causes Pierson disease on grapes. In 1999, Pierson disease caused losses up to 46 million of dollars in wine industry in Napa Valley, Ca. (Brown *et al.*, 2002).

The harvest of these crops is during two seasons, spring-summer and autumn-winter. If there is food available for insects during a year, probably there is available food for big brown bats along the year. So, it is possibly that *E. fuscus* is controlling pests in agricultural areas along the year.

Unfortunately, the pest control treatments in Ensenada are of chemical pesticides in extended areas. The use of pesticides increases the risk of poisoning in bats and can cause a decrease in the number of individuals in the population. High sensibility to DDT is reported in *E. fuscus*, a lethal dose being 40 mg/kg of body weight a lethal dose; also samples of guano have demonstrated high levels of pesticides translocated in bats (Luckens and Davis, 1964; Nolan, 1997).

Increases of pests in agricultural zones in Ensenada may have originated by losses of populations of big brown bats; but also it could cause an increase of harmful insects for humans and animals. In Ensenada, dipterans are commonly consumed by *E. fuscus*, so it could help to minimize the risk of transmission of several diseases. In the urban zone of Ensenada cases of Dengue or Malaria have not been reported because of biogeographic and climatic conditions, but there were some in southern Baja California where the weather is warmer than in the rest of the state.

In Mexico, Baja California is ranked in first place in production of flowers and tomatoes (INEGI, 2005a), and there the big brown bat probably consumes and helps to control pests insect. Also, its importance in public health systems can be assessed by its contribution on consuming vectors of several epidemic and infectious diseases. Because of that, we need to help conserve species, its roosts and foraging areas, to guarantee its presence and its ecological services that provide.

Big brown bats show great tolerance to urbanization, preferring urban and seminatural habitat to woodlands. Most individuals roost in human structures. There, it uses borders and open water connected by corridors, avoiding open and intensive managed areas. In coastal zones, rocky and sandy beaches and estuaries are the most frequent visited places for *E. fuscus* (Rydell and Racey, 1995; Gaisler *et al.*, 1998; Walsh and Harris, 1996).

7.3. *Tadarida brasiliensis*

Food habits of the free-tailed bat in the urban area of Ensenada, Baja California are closely related to its ecology of flight and feeding. Open areas are preferred to forage by *T. brasiliensis*. A wide variety of insects is available for free-tailed bat because of visiting different places enhanced by its capacity of flight up to 3,000 m and to displace to foraging sites up to 140 km away is reported in the literature (Wilson, 1999; Feldman *et al.*, 2000).

Also, we detected its emergence just before dusk and its return to the roost before dawn, so as Whitaker *et al.* (1996) and Lee and McCracken (2002) mentioned, *T. brasiliensis* is able to feed on nocturnal and diurnal insects as lepidopterans which had a 92% of frequency in the samples.

Lepidopterans, unidentified coleopterans and chironomids were the most important foods in the diet of the free-tailed bat in this study. This study can be compared with studies in Texas and in New Mexico where Kunz *et al.* (1995); Lee and McCracken (2002) and Williams (2005) detected the same principal insects in fecal pellets and stomach contents of *T. brasiliensis*. However, our results differ from those of Whitaker and Rodríguez-Duran (1999) as this species fed primarily on dipterans, hymenopterans and lepidopterans in Puerto Rico. This variation in diet in different regions shows that free-tailed bat is a generalist.

The pattern of use of food resources, in *T. brasiliensis* as in other mammals, is affected by spatial-temporal conditions, food availability variations, quality of food, and spatial-temporal foraging activity (Fenton and Flaming, 1976, Grindal and Brigham, 1999; Gullan and Cranston, 2000; Lee and McCracken, 2002). These factors affect the variations observed among the prey items consumed by bats sampled.

We recognized 17 prey items in feces of *T. brasiliensis* in spring, which suggest certain flexibility in its diet. Unusual periods of rain in this season could provide better conditions to increase the diversity and abundance of insects, primarily chironomids, since they have aquatic larvae.

Lepidopterans, chironomids and unidentified coleopterans were the most important insects in the fecal pellets of *T. brasiliensis* expressed by percentage volume. Despite chironomids being the third highest item in the diet; they registered in highest volume in some individuals, 95% in specimen No. 6, and their mean was 37% in the 12 samples. Considering their small sizes, lack of hard bodies and their frequent and abundant presence is probably that chironomids are underrepresented in this study.

Even when the foraging areas are unknown, we suspect that the presence of chironomids in the fecal pellets is related to open water. The echolocation calls of *T. brasiliensis*, allowed the capture of small insects just in open areas and when they are swarming (Whitaker and Rodríguez-Duran, 1999; Lee and McCracken, 2002).

Making comparisons among prey item richness and their volume occupied per individual bat we observed that richness increases when the volume of each item decreases. Specimens that showed the highest prey item richness were no. 7 and 12 with 9 and 7 preys respectively. On the other hand, where we found one or 2 preys in the sample, usually one of them occupied almost 90% of the volume in the fecal pellet. So, in this study it seems to free-tailed bat tend to feed on insects which rests in feces occupied volumes ranged from 1% to 50%.

Size and hardness of the prey encountered were related to the volume that they occupied in the tract and in the feces. We observed that beetles consumed could represent medium to large sizes and have hard bodies as scarabaeids. So, once free-tailed bat feed on these, the stomach of the bat is almost full with one insect, after that their hard parts are eliminated by feces. Soft bodied insects seem to occupy less volume and their actual sizes are smaller, so free-tailed bats need more of this kind of insects to fill their stomach and the rests of the prey can be less conspicuous.

Feeding on a specific prey is not related just to its availability but rather to its quality. So, *T. brasiliensis* satisfied its energetic requirements eating one large insect or many small insects during night activity.

Lepidopterans and coleopterans have medium volume in the feces and the literature reports that their actual sizes range from 13 to 27 mm. According to Hickey *et al.* (1996) and Bush (2003), prey selection is given to size of the prey not for the kind of the prey, they affirm that medium size prey are optimum for time and energetic demands to obtain them.

Most of the free-tailed bats, when emerged, flew toward NNE of Ensenada directly to an ecological protected area "Canon de Dona Petra", where they have been reported by Couoh de la Garza (2005) probably to forage. In this study, some bats were recorded using ANABAT II and they were observed feeding on insects attracted by white light street lamps around the roosts, confirming what Lee and McCracken (2002) affirmed.

The high frequent and abundant presence of lepidopterans in the feces of *T. brasiliensis* can be explained by their attraction and concentration around the street lamps that make them more available for bats. Many of these lepidopterans are considered as important pests in Texas, which have caused billion of dollars losses. Some studies reported the presence of *Heliothis zea* and *H. virescens*. (Whitaker *et al.*, 1996; Gullan and Cranston, 2000).

In the agricultural areas in Ensenada lepidopterans have been reported as pests of broccoli, cabbage, peas and lettuce (INIFAI, 2004). It is possible that *T. brasiliensis* is consuming lepidopteran because of their great abilities of flight during movements from roost to foraging areas. Unfortunately, these areas are treated with pesticides to control pests but it could kill free-tailed bats.

Decreases in number of free-tailed bats are reported recently in California, caused by poisoning by organochlorines such as DDT, DDE, DDD, dieldrin, endrin, toxafen, etc. (Geluso *et al.*, 1976; Wilson and Ruff, 1999; Gannon, 2003). It could help explain the absence of *T. brasiliensis* in the agricultural areas, as reported by Couoh de la Garza (2005) registered.

7.4. Food Habits of Urban Bats in Ensenada, Baja California

Food habits of the two species of insectivorous bats in the urban area of Ensenada, Baja California, *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*, are closely related to foraging and flight habits and to specific morphological and behavioral characteristics of each species. These characteristics allow them access to foraging sites and successful captures. It could minimize competition for the resources.

A variety of prey was included in the diet of urban bats as Fenton had suggested (1982), and they consumed almost the same richness of prey. We registered 16 prey items for *E. fuscus* (10 families in 6 orders and 4 additional orders) and 17 prey items for *T. brasiliensis* (12 Families in 6 Orders and 2 additional orders).

Unidentified coleopterans, lepidopterans and chironomids were the most frequent insects in the fecal pellets of *E. fuscus*, while lepidopterans and unidentified coleopterans were in *T. brasiliensis*. Expressed by volume, unidentified coleopterans were the most important for *E. fuscus* and lepidopterans for *T. brasiliensis*.

It is possible to lepidopterans and coleopterans are the two most available preys of these two species of bats in spring. Because of its flight habits, free-tailed bat is able to visit places where lepidopterans are more abundant, whereas big brown bat is able to eat hard bodied insects because of its strong mandibles (Whitaker, 1972; Wilson and Ruff, 1999; Feldman *et al.*, 2000). The presence of hemipterans in the diet of *E. fuscus* in spring is void, but rather hemipterans were well represented in diet of *T. brasiliensis*.

It was possible the identification of 100% of the items present in fecal pellets of both species of bats. We observed differences in the extent of crushing of the structures found in each species of bat. Items less crushed were encountered in feces of *T. brasiliensis* than in *E. fuscus*. Probably mastication and digestive process are more intense in *E. fuscus*.

The importance of knowing the food habits in both species of urban bats in Ensenada is because of the possible ecological services that they are providing in different types of habitats.

Dipterans, coleopterans and lepidopterans were the most frequent food items in the urban bats sampled; however coleopterans, lepidopterans and dipterans were the most important insects in the feces, expressed by percentage volume. These results and the presence of cicadellids and hemipterans in the diet, indicate a possible regulation of agricultural pests and vectors of diseases.

Dipterans are the most important order as vector of diseases. Mosquitoes, black flies, horseflies, stable flies and other blood feeding insects are the causative agents of malaria, dengue, yellow fever, sleeping sickness, typhoid fever, dysentery, etc. Also they can develop in polluted habitats. Some dipterans develop in mammals as endoparasitic larvae in the dermis, intestines or in the nasal and head sinuses (Gullan and Cranston, 2000).

Even though, there have not been reported cases of these diseases in the urban area of Ensenada, there is a risk because of the presence of some of them in southern Baja California. So, the conservation on natural predators, such as bats, of these vectors and agricultural pests is important.

It is important for conserving bats consider some factors such as, flight habits, habitat preferences, urbanization tolerance and elements of association between connectivity, roosts and foraging areas, etc. Nevertheless, we must understand that for bats and other mammals, distribution and abundance are highly related to availability and diversity of roosts and foraging areas (Humphrey, 1975; Kunz, 1982; Bredt and Uieda, 1996; Fenton, 1997; Evelyn, 2003).

Whitaker and Gummer (1992) suggest that before natural habitat had been transformed, urban bats used hollow trees and crevices to roost and population were smaller. Despite displacement of many wildlife species because of urbanization, other species have been successful at using human structures for roost. So, urban habitats have been considered as potential sites for conservation and monitoring of bats (Bredt and Uieda, 1996; Gaisler *et al.* 1998).

Cities offer a great variety of roosts for bats, providing adequate space, more microclimatic diversity and greater stability than trees. Bats roosts in houses, churches, storages areas, roofs, barns, etc. Urban bats may have greater fidelity than species that roost in natural habitat. It should make it easier to monitor the colonies and obtain information that would be more difficult under natural conditions (Kurta and Teramino, 1992; Whitaker and Gummer, 1992; Whitaker, 1998., Whitaker *et al.*, 2002; Evelyn, 2003).

Big brown bats look for certain features in the roost to establish their maternity colonies. Some of they are old, tall, and dark buildings. They provided shelter from wind and rain, easy access, proximal to foraging sites and low risk of predation (Kunz, 1982; Williams and Brittingham, 1997 in Kunz and Reynolds, 2003),

The presence of bats inside buildings often causes panic or dislike to humans. Most of the time people try to remove them from the house using different methods that range from closing entrances of the roost to use of chemical substances to expel or kill them. It would be better to have a prior cooperation of people to conserve bats and their habitats.

Apparently females of *E. fuscus* are being displaced by males of *T. brasiliensis* from the roosts, so females of big brown bats will have to find alternative roost causing conflicts with humans. Finding and conserving potential alternative roosts is necessary in order to save displaced to displaced bats.

Conserving roost of bats is not enough; we must provide suitable places to forage considering the habitat structure requirements and necessities to combine flight abilities and echolocation calls. High densities of insects and corridors are essential elements for protection, feeding and movement of bats (Walsh and Harris, 1996; Grindal and Brigham, 1999; Entwistle *et al.*, 2001).

Big brown bats often forage along edges while free-tailed bats feed in open areas (Wilson y Ruff, 1999). Thus, we must conserve patches of woodlands such as riparian habitats or urban parklands and open areas with low vegetation (coastal scrub, grasslands, etc) to generate a heterogeneous matrix that enhance higher diversities (Kassen, 2002). Also, procure habitat continuity and structural variation to maintain population of insects (Kirby, 2001 in Wickramasinghe *et al.*, 2004).

Richness and quality of prey are important elements in foraging areas selection. Despite the presence of insects flying around street lamps, their abundances are lower in cities than in natural areas, and in some cases they are restricted to parklands. Because of the availability of urban gardens, hedgerows, and street lamps are essential as feeding sites for bats (Kurta and Teramino, 1992; Rydell, 1992; Guindal and Brigham, 1999; Kirby *et al.*, 1995 in Glendell and Vaughan, 2002).

In the urban area surrounding Ensenada, also other species of insectivorous and nectarivorous bats have been reported. The urban-rural zones of Ensenada registered the greatest richness of bats and probably they are using these sites as foraging areas.

Natural and seminatural areas must be conserved including several types of habitats:

- a) Seminatural woodlands with diversification of species, ages and structure. They provide great variety and abundance of insects, vegetal covering, roost and better climatic conditions than open areas (Entwistle *et al.*, 2001; Kruess and Tschardtke, 2002; Wickramasinghe *et al.*, 2004).

b) Freshwater habitat: Swamps, rivers, streams, lakes or dams as “Emilio Lopez Zamora” are frequently visited by bats to drink water or for feeding, furthermore they are usually the only sites with vegetation in disturbed areas. Many insects have larval stages, and they are available for bats when they are emerging from the water. Otherwise, some insects usually swarm around water in reproductive periods and are also available for bats (Entwistle *et al*, 2001; Evelyn, 2003).

It is important to maintain the natural features of the freshwater habitat such as, flow, configuration, depth, quality of water and diversity of vegetation. In aquatic habitats near to intensive agricultural areas, the quality of water decreases because of contamination by chemical substances which leads to an absence of insects (Walsh and Harris, 1996). Probably in the agricultural zones of Ensenada the levels of contaminants are high and harmful for bats and for humans.

c) Low vegetation habitat: Scrubs and grasslands shelter a great diversity of insects, such as beetles associated with dung and these areas are appropriate for species that forage in open areas. These habitats must be connected with the roosts of bats through corridors or tree lines (Entwistle, *et al.*, 2001; Kruess and Tschardt, 2002).

d) Agricultural zones: Agriculture is one of the primary causes of loss of natural habitats. Additionally the use of pesticides is decreasing the populations of bats. Despite this, some bats usually visit this same area for feeding (Entwistle, *et al.* 2001; Whitaker and Weeks, 2001; Wickramasinghe, 2004).

However, most agricultural areas show low bat activity related to the intensive management applied in the farms (Walsh and Harris, 1996). So, it is necessary to reconsider new management strategies for farms that enhance habitat conservation and minimization of the use of pesticides through natural predators.

Some studies reported that arthropod communities in organic farms have greater richness, abundances and biomass than conventional farms. Besides, arthropods can be used as indicators of conservation status of vertebrates because they can be measured and predict availability of food for birds, reptiles and mammals (Letourneau and Goldstein, 2001; Hutton and Giller, 2003; Kleijn and Sutherland, 2003).

e) Corridors or tree lines: These elements provide connectivity between foraging and roosting sites, and also shelter from the wind and predators when bats must fly large distances. Because of its abundance of insects they are considered as sites to forage (Walsh and Harris, 1996; Verboom and Spoelstra, 1999; Hutson *et al*, 2001).

In urban Ensenada and its surroundings, the five principal habitats for bats are present. The results of this study like those obtained by Couoh de la Garza (2005) report the presence of bats in these five types of habitats: urban, agricultural and seminatural areas (such as Cañon de Doña Petra and Cañon de Cuatro Milpas), as well as woodlands, low vegetation and freshwater habitat and corridors.

Unfortunately, urbanization in the canyons has increased recently, so the implementation of management strategies is urgent to conserve blocks of vegetation connected by corridors useful for bats and other species of animals and plants (Carter and Anderson, 1987 in Walsh and Harris, 1996, Ekman and de Jong in Grindal and Brigham, 1999).

Conservation and management of roosts at least two of the foraging sites above mentioned will help to improve the habitat and maintain populations for bats. It is beneficial to assure the ecological services provided to agricultural and health sectors by these two species of bats.

VIII. CONCLUSIONS

- 1.- Coleopterans, lepidopterans and dipterans were the three most frequent and important prey items in the fecal pellets of the urban bats in Ensenada.
- 2.- Food habits of the insectivorous bats in the urban area of Ensenada, Baja California are closely related to the foraging and flight strategies; as well as the morphology and ecology of each species.
- 3.- The most important taxa in the diet of each species of urban bats of Ensenada were: *Eptesicus fuscus*: dipterans (Chironomidae) and coleopterans among 31 prey items; *Tadarida brasiliensis*: lepidopterans, coleopterans and dipterans (Chironomidae) among 20 prey items.
- 4.- The big brown bat showed seasonal differences between prey items as follows: 1) summer: of 17 prey items the most important were dipterans (Chironomidae) and coleopterans; 2) Autumn: of 13 prey items the most important were dipterans (Chironomidae) and hemipterans; c) Spring: the most important prey items were coleopterans and lepidopterans from among 16 prey items.
- 5.- The free-tailed bat exhibited differences between the prey items consumed by bats and differences between specimens sampled.
- 6.- Both species of bats are generalist.
- 7.- The kind of prey consumed by both species of bats resulted as the principal factor that explain the frequencies and volumes of the preys in the fecal pellets.
- 8.- The ecological services provided by the urban bats in Ensenada are based in their contribution to the agricultural areas by consuming pest such as lepidopterans, coleopterans, dipterans, cicadellids and formicids; also in the public health consuming dipterans who represent vector of diseases.

9.- Buildings and street lamps serve as roost and provide some of the food for urban bats. urban bats.

IX. SUGGESTIONS

CONSERVATION STRATEGIES FOR URBAN BATS, THEIR ROOSTS AND FORAGING AREAS

- 1.- Continue the study of the food habits of insectivorous bats in the urban area of Ensenada throughout the year and increase the number of samples. Attempt to identify the food items to species or the lowest taxonomic level possible to further determine the pest insects.
- 2.- Monitor the structure throughout the year to determine of the populations of two species of bats during all seasons, to identify the annual dynamics of the species.
- 3.- Monitor nocturnal activity of bats to identify and conserve the primary and alternate roost, also the night roosts.
- 4.- Identify the foraging areas of the urban bats using telemetry and ultrasonic detectors.
- 5.- Evaluate food availability in the foraging areas and other sites to detect food preferences and foraging sites selection by urban bats.
- 6.- Continue the studies of food habits in insectivorous bats in more urban areas and in more type of habitats in Ensenada to understand the food resources distribution.
- 7.- Evaluate the roost requirements to maintain these features in the current roosts and to select the potential roosts.
- 8.- Promote use of bat boxes to provide alternative roosts in urban habitat.
- 9.- Assure the landscape continuity through tree lines or corridors, reducing fragmentation of woodland and conserving remnants.

10.- Maintain or provide potential foraging sites to bats such as gardens, parklands, freshwater and low vegetation habitat, woodlands and agricultural areas, and also some urban structures like white street lamps.

11.- Redesign the management guidelines for agricultural areas to improve their quality and productivity, also reduce the use of pesticides. It contributes to habitat conservation, minimize the translocation of harmful substances through trophic nets and provide insects for bats.

12.- Develop educational programs for citizens to encourage the understanding of bats and to dispel the myths around them; also to empower them to conservation of roost and foraging areas.

13.- Divulge the results of this study to people involved in the conservation of bats:

- a) House owners: to encourage the tolerance and the understanding of bats in order to have them continue with the ecological services that they provide.
- b) Governmental authorities (municipals, state and federal)
 - Agricultural sector: to encourage its participation in bat conservation through providing funds for studies to further show the benefit of having bats in the region. Also regulate the use of pesticides and plan the management guidelines of the farms.
 - Health secretary: To initiate investigations related to identify risk or diseases transmitted by bats or their ectoparasites in houses.
 - Urban development: to notify the citizenry of the existence of wildlife species particularly bats in urban areas, and also to show their vulnerability to changes in landscape structure. These must be considered in during development projects.

- Civil protection corp: because usually they are the primarily agencies notified of the bats in houses to be removed. They must be advised by experts in bats management.

LITERATURA CITADA

- Agosta, S.J. 2002. *Habitat use, diet and roost selection by the Big Brown Bat (Eptesicus fuscus) in North America: a case for conserving an abundant species.* Mammal Review. Vol.32, No.2 179-198.
- Aguirre, L.F., Herrel, A. Van Damme, R y Matthysen. 2003. *Implications of food hadness for diet in bats.* Functional Ecology. Vol. 17:201-212.
- Altringham, J.D. 1996. *Bats: Biology and Behaviour*. Oxford University Press. NY. pp. 262.
- Andersen, T., Contreras-Ramos, A y Spies, M. 2002 Chironomidae (Diptera). En: Llorente, J.E., González, E.S. y Papavero, N. (eds), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. III. UNAM-CONABIO- BAYER. México, D.F. pp. 690.
- Anthony, E.L.P. y Kunz, T.H. 1977. *Feeding strategies of the little brown bat, Myotis lucifugus, in southern New Hampshire.* Ecology. Vol 58:775-786.
- Ayala, Sonia. 2001. *Propuesta de Manejo para promover el aprovechamiento y organización de la ganadería extensiva, así como la diversificación de esta actividad, misma que permitirá un mayor desarrollo económico a los pobladores del valle de Guadalupe, Municipio de Ensenada, Baja California, México.* Curso de Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Universidad Autónoma de Baja California.
- Ball, G.E y Shpeley, D.2002. Carabidae (Coleoptera). En: Llorente, J.E., González, E.S. y Papavero, N. (eds), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. III. UNAM-CONABIO- BAYER. México, D.F. pp. 690.

- Barbour, M.T, Gerritsen, J., Snyder, B.D y Stribling, J.B. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Bentic Macroinvertebrates and Fish*. 2a ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water. Washington, D.C.
- Barclay, R.M.R. 1985. *Long-versus short range foraging strategies of hoary (Lasiurus cinereus) and silverhaired (Lasionycteris noctivagans) bats and the consequences for prey selection*. Canadian Journal of Zoology. 63:2507-2515.
- Barclay, R.M.R. 1991. *Population Structure of Temperate Zone Insectivorous Bats in Relation to Foraging Behavior and Energy Demand*. Journal of Animal Ecology. Vol. 60(1):165-178.
- Barclay, R.M.R. y Brigham R.M. 1991. *Prey Detection, Dietary Niche Breadth, and Body Size in Bats: Why are Aerial Insectivorous Bats so Small?*. The American Naturalist. Vol. 137(5):693-703.
- Barrientos, L.L. 2004. *Orthoptera*. En: Llorente, J.E., Morrone, J.J., Yáñez, O. y Vargas, I. (eds), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV. UNAM-CONABIO-BAYER.pp. México, D.F.pp. 790.
- Borror, D.J, de Long, D.M. y Triplehorn, C.A. 1981. *An Introduction to the Study of Insects*. 5a Ed. Saunders College Publishing. EE. UU. Pp. 827.
- Bredt, A. y Uieda W. 1996. *Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil*. Chiroptera Neotropical. Vol. 2(2):54-57.
- Brigham, R.M. 1990. *Prey Selection by Big Brown Bats (Eptesicus fuscus) and Common Nighthawks (Chordeiles minor)*. American Midland Naturalist. Vol.124(1):73-80.

- Brown, Ch., Lynch, L. y Zilberman, D. 2002. *The economics of controlling Insect-Transmitted Plant Diseases*. American Journal of Agricultural Economics. Vol 84(2): 279-291.
- Bueno, A. C. 2001. Hábitos alimentarios del puma *Puma concolor* (Carnivora:Felidae) en la Sierra San Pedro Mártir (SSPM), Baja California, México. Tesis de Maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Bush, M. 2003. *The power of Predators*. Cap 9. En Ecology of a Changing Planet. 3a ed. Prentice Hall. New Jersey. Pp. 129-133.
- Christian, J.J. 1956. *The natural history of a summer aggregation of the big brown bat, Eptesicus fuscus fuscus*. The American Midland Naturalist. Vol. 55:66-95.
- Couoh-de la Garza, R. 2005. Estado de Conservación de la *Quiropterofauna en el Matorral Rosetofilo Costero de Baja California, México*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California.
- Crawley, M.J. 1993. *Methods in Ecology, Glim for ecologists*. Blackwell Scientific Publications. pp. 379.
- Dajoz, R. 2002. *La Estructura de las Comunidades*. Cap. 12. En Tratado de Ecología. 2a ed. Ediciones Mundi-prensa. España. Pp 220-224.
- De Cornulier, T. y Clergeau, P. 2001. *Bat diversity in French urban areas*. Mammalia. Vol.65(4): 540-543.
- Delgadillo, J. 1998. *Florística y ecología de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México.

- Dirzo, R., Zenteno, L. y Martínez, R.I. 2004. *Estudios de interacciones artrópodos-planta en México*. En: Llorente, J.E., Morrone, J.J., Yáñez, O. y Vargas, I. (eds), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV. UNAM-CONABIO-BAYER. México, D.F. pp. 790.
- DuBowy, P.J. 1988. *Waterflow communities and seasonal environments: temporal variability in interspecific competition*. Ecology. Vol. 69: 233-243.
- Duchamp, J.E., Sparks, D.W y Whitaker, J.O.Jr. 2004. *Foraging-habitat selection by bats at an urban-rural interface: comparison between a successful species*. Canadian Journal of Zoology. Vol. 82:1157-1164.
- Entwistle, A.C., Harris, S., Hutson, A.M., Racey, P.A., Walsh, A., Gibson, S.D., Hepbrn, I. y Johnston, J. 2001. *Habitat management for bats*. Joint Nature Conservation Committee. Reino Unido. pp. 48
- Espejel Carbajal I., Arámburo Vizcarra G., Leyva Aguilera C., Yrma Cruz Bravo C., Zúñiga W., Flores J. (2001) *La vegetación costera del noroeste de Baja California*. Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. CD.
- Evelyn, M.J., Stiles, D.A. y Young, R.A. 2003. *Conservation of bats in suburban landscapes: roost selection by Myotis yumanensis in a residential area in California*. Biological Conservation. In press.
- Fagan, W.F., Lewis, M.A., Neubert, M.G. y van den Driessche, P. 2002. *Invasion theory and biological control*. Ecology letters. Vol 5: 148-157.
- Feldman, R., Whitaker, J.O. Jr. y Yom-Tov Y. 2000. *Dietary composition and habitat use in desert insectivorous bat community in Israel*. Acta Chiropterologica. Vol. 2(1):15-22.

- Fenton, M.B. 1974. *The role of echolocation in the evolution of bats*. The American Naturalist. Vol. 108:386-388.
- Fenton, M.B. 1982. *Echolocation, Insect hearing, ad Feeding Ecology of Insectivorous Bats*, pp. 261-285. En: Kunz T.H. (ed.), Ecology of Bats. Plenum Press, New York.
- Fenton, M.B., 1997. *Science and the conservation of bats*. Journal of Mammalogy. Vol. 78:1-14.
- Fenton, M.B. y Fleming, T.H. 1976. *Ecological interactions between Bats and Nocturnal Birds*. Biotropica. Vol. 8(2):104-110.
- Fenton, M. B. y Bogdanowicz, W. 2002. *Relationships between external morphology and foraging behaviour: bats in the genus Myotis*. Canadian Journal of Zoology. 80:1004-1013.
- Findley, J.S. y Wilson, D.E. 1982. *Ecological Significance of Chiropteran Morphology*, pp. 243-260. En: Kunz. T.H. (ed.), Ecology of Bats. Plenum Press, New York.
- Fleming, T.H. 1982. *Foraging Strategies of Plant-Visiting Bats*, pp. 287-325. En: Kunz. T.H. (ed.), Ecology of Bats. Plenum Press, New York.
- Forrest, T.G, Farris, H.E. y Hoy, R.R. 1995. *Ultrasonid acoustic startle response in Scarab Beetles*. The Journal of Experimental Biology. Vol. 198: 2593-2598.
- Freeman, P.W. 1981. *Correspondence of food habits and morphology in insectivorous bats*. Journal of Mammalogy. Vol. 62:166-173.
- Gaisler, J; Zukal, J; Rehak, Z. y Homolka, M. 1998. *Habitat preference and flight activity of bats in a city*. J Zool. Lond.. Vol. 244:439-445.

- Gannon, W.L. 2003. *Bats*, pp. 56-74. En: Feldhamer, G.A, Thompson, B.C. Chapman y J.A (eds), Wild Mammals of North America, Biology, Management and Conservation. 2a ed. The Johns Hopkins University Press.
- Geluso, K.N., Altenbach, J.S. y Wilson, D.E. 1976. *Bat mortality: pesticide poisoning and migratory stress*. Science. Vol. 194:184-186.
- Glendell, M. y Vaughan, N. 2002. *Foraging activity of bats in historic landscape parks in relation to habitat composition and park management*. Animal Conservation. Vol. 5:309-316.
- Griffin, D.G.; Webster, R.A y Michael, C.R. 1960. *The echolocation of flying insects by bats*. Animal behaviour. 8:141-154.
- Grindal, S.D y Brigham, R.M. 1999. *Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales*. Ecoscience. Vol. 6(1):25-34.
- Gullan, P.J. y Cranston, P.S. 2000. *The Insects: An Outline of Entomology*. 2a Ed. Blackwell Science. Reino Unido. pp. 470.
- Hayes, E.B., Komar, N. Nasci, R.S. Montgomery, S.P., O'Leary, D.R y Campbell, G.L. 2005. *Epidemiology and Transmission Dynamics of West Nile Virus Disease*. Emerging Infectious Diseases. Vol. 11(8):1167-1173.
- Henderson, Robert y Lee, Charles. 1992. *Urban Wildlife Damage Control*. Kansas State University. Manhattan, Kansas, USA. Pp 3.
- Hickey, M.B.C., Acharya, L y Pennington, S. 1996. *Resource partitioning by two species of Vespertilionid bats (*Lasiurus cinereus* and *Lasiurus borealis*) feeding around street lights*. Journal of Mammalogy. Vol. 77(2): 325-334.

- Hill, J.E. y Smith, J.D. 1983. *Bats a Natural History*. Natural History British Museum y University of Texas. pp. 243.
- Humphrey, S.R. 1975. *Nursery roosts and community diversity of Neartic bats*. Journal of Mammalogy. Vol. 56: 321-346.
- Hutson, A.M.; Mickleburg, S.P. y Racey, P.A. 2001. *Microchiropteran Bats. Global Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. Oxford. pp. 259.
- Hutton, S.A y Giller, P.S. 2003. *The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities*. Journal of Applied Ecology. Vol. 40:994-1007.
- INEGI. 2005a. Perspectiva Estadística Baja California México. Tríptico. (Datos al 2003).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Sistema Municipal de Bases de Datos, SIMBAD. [en línea]:Página de Internet, INEGI, 2005b [fecha de consulta 17 de Octubre de 2005]. Disponible en: <
<http://sc.inegi.gob.mx/simbad/index.jsp?c=125>>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1998. Paquetes Tecnológicos para el área de influencia del campo experimental “Costa de Ensenada”
- Kassen, R. 2002. *The experimental evolution of specialists, generalist, and the maintenance of diversity*. J. Evol. Biol. Vol. 15: 173-190.
- Kleijn, D. y Sutherland, W.J. 2003. *How effective are European agri-environment schemes conserving and promoting biodiversity*. Journal of Applied Ecology. Vol. 40: 947-969.

- Kruess, A. y Tschardtke, T. 2002. *Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity*. Biological Conservation. Vol. 106:293-302.
- Kunz, T.H. 1973. *Resource utilization: temporal and spatial components of bat activity in Central Iowa*. Journal of Mammalogy. Vol. 54:14-32.
- Kunz, T.H. 1974. *Reproduction, growth, and mortality of the vespertilionid bat, Eptesicus fuscus, in Kansas*. Journal of Mammalogy. Vol. 55:1-13.
- Kunz, T.H. 1982. *Roosting ecology*. pp. 1-55. En: Ecology of Bats. Plenum Press, New York, NY.
- Kunz, T. H. 1988. *Methods for assessing prey availability for insectivorous bats*. pp. 191-210. En: Ecological and behavioral methods for the study of bats. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Kunz, T. H. y Reynolds, D.S. 2003. *Bat Colonies in Buildings*. pp. 91-102. En: O'Shea, T.J. y Bogan, M.A. (eds), Monitoring Trends in Bat Populations of the United States and Territories: Problems and Prospects. U.S. Geological Survey, Biological Resources Discipline, Information and Technology Report. USGS/BRD/ITR—2003-0003.
- Kunz, T.H, Whitaker, J.O. Jr. y Wadanoli, M.D. 1995. *Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (Tadarida brasiliensis) during pregnancy and lactation*. Oecologia. Vol 101:407-415.
- Kurta, A. y Matson, J.O. 1980. *Disproportionate Sex Ratio in the Big Brown Bat (Eptesicus fuscus)*. American Midland Naturalist. Vol. 104(2):367-369.
- Kurta, A. y Teramino, J.A. 1992. *Bat community structure in an urban park*. Ecography. Vol. 15: 257-261.

- Lee, Y. F y McCracken, G.F. 2002. *Foraging activity and food resource use of Brazilian free-tailed bats, Tadarida brasiliensis (Molossidae)*. Ecosciencie. Vol. 9(3): 306-313.
- Letourneau. D.K. y Goldstein, B. 2001. *Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California*. Journal of Applied Ecology. Vol 38:557-570.
- Lewis, S.E. 1995. *Roost fidelity of bats: a review*. Journal of Mammalogy. Vol. 76:481-496.
- Luckens, M.M. y Davis, W.H. 1964. *Bats: Sensivity to DDT*. Science, New Series. Vol. 146 (3646):948.
- Marfin, A.A., Petersen, L.R., Eidson, M., Miller, J., Hadler, J., Farello, Ch., Werner, B., Campbell, G.L., Layton, M., Smith, P., Bresnitz, E., Cartter, M., Scaletta, J., Obiri, G., Bunning, M., Craven, R.C., Roehrig, J.T., Julian, K.G., Hinten, S.R., Gubler, D.J. and ArboNET Cooperative Surveillance Group. 2001. Widespread West Nile Virus Activity, Easten United States, 2000. Emerging Infectious Diseases. Vol. 7(4): 730-735.
- Martínez-Gallardo, R. 2001. *Mamíferos del matorral rosetófilo costero de Baja California*. Boletín de la cuenca de California. Universidad Autónoma de Baja California.
- Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez H. 1997. *Identificación de los murciélagos de México, Clave de campo*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicación especial No.2.
- Melián, C. y Bascompte, J. 2002. *Food web structure and habitat loss*. Ecology Letters. Vol 5: 37-46.

- Miller, L.A. y Surlykke, A. 2001. *How some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator*. BioScience. Vol. 51(7): 570-581.
- Minnich, R. A. y E. Franco-Vizcaíno. 1999. *La Vegetación Mediterránea de Baja California*. Fremontia. Edición Especial. pp 4-15.
- Miranda, F y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México, D.F.28:29-179.
- Morrone, J.J., 2004. *Filogenia y Clasificación de los Hexapoda*. En: Llorente, J.E., Morrone, J.J., Yáñez, O. y Vargas, I. (eds), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV. UNAM-CONABIO-BAYER. México, D.F. pp. 790.
- Mumford, R.E. y Whitaker, J.O.Jr. 1982. *Mammals of Indiana*. Indiana University Press, Bloomington. pp 537.
- Murdoch, W.W, Chesson, J. y Chesson, P.L. 1985. *Biological control in theory and practice*. The American Naturalist. Vol 125: 344-366.
- Neuweiler, G. 2000. *The Biology of Bats*. Oxford University Press. NY. Pp. 310.
- Nolan, V. Management initiatives for the sustainability of bat populations. [en línea]:Pagina de Internet, Nolan, 1997[fecha de consulta 18 de Abril de 2004]. Disponible en <<http://users.erols.com/nolan/vivian/bats.htm>>
- Nowak, R.M. 1994. *Bats of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA. pp. 287.
- Omer, A.D., Granett, J., Kocsis, L. y Downie, D.A. 1999. *Preference and performance responses of California grape phylloxera to different Vitis rootstocks*. Journal of Applied Entomology. Vol 123:341-346.
- Owen, M.R. y Lewis, M.A. 2001. *How predation can slow, stop or reverse a prey invasion*. Bull Mathemat. Biol. Vol 63: 655-684.

- Papp, Ch.S. 1984. *Introduction to North American Beetles*. Entomology Publications. CA. pp 335.
- PDUCP (*Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población para Ensenada, Baja California*). Gobierno del Estado de Baja California. 1992.. Versión Abreviada.
- Pickett, S.T.A., Kolasa, J. y Jones, C. 1994. *The Nature of Theory and The Theory of Nature*. Academic Press. USA. Pp. 206.
- Poinar, G., Jr. 2005. *Triatoma dominicana* sp.n (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), and *Trypanosoma antiquus* sp. n. (Stercoraria: Trypanosomatidae), the First Fossil Evidence of a Triatomine-Trypanosomatid Vector Association. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. Vol. 5(1).
- Powell, J.A. y Hogue, C.L. 1979. *California Insects*. University of California Press. Los Angeles, California. pp. 388.
- Quiroz, H. M y Rodríguez, V.A.C. 2000. *Biología y Control de Chironomus plumosus*. Universidad Autónoma de Nuevo León- Agua Industrial de Monterrey S. de U. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. pp. 11
- Remington, S. 2000. *The Distribution and Diversity of Bats in Orange County, California*. Tesis California State Polytechnic University, Pomona.
- Rydell, J. 1992. *Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden*. Functional Ecology. Vol. 6:744-750.
- Rydell, J y Racey P. A. 1995. *Street lamps and the feeding ecology of insectivorous bats*. Symp. Zool. Soc. Lond. No. 67: 291-307.
- Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México*. 6ª ed. Ed. LIMUSA, S.A. de C.V. México D.F. pp. 151-214.

- SAGARPA. 2004. *Cierre de Siembras y Cosechas del Plan de Cultivos*. Delegación Estatal en Baja California. Distrito de Desarrollo Rural 001-Ensenada. Coordinación de Programación, Informática y Estadística.
- Schneider, M.C. y Santos-Burgoa, C. 1995. *Algunas consideraciones sobre la rabia humana transmitida por murciélago*. Salud Publica de Mexico. Vol. 37(4):354-362.
- Shields, W. M y Bildstein, K.L. 1979. *Bird Versus Bats: Behavioral Interactions at a Localized Food Source*. Ecology. Vol. 60(3):468-474.
- Sparks, D.W y Valdez, E.W. 2003. *Food habits of Nyctinomops macrotis at a maternity roost in New Mexico, as indicated by analysis of guano*. The Southwestern Naturalist. Vol. 48(1): 132-135.
- SS (Secretaria de Salud). Información epidemiológica por Entidad Federativa [en línea]: Página de Internet, SS, 2005 [fecha de consulta 29 de Septiembre de 2005]. Disponible en:<http://www.dgepi.salud.gob.mx/infoepi/index.htm>.
- Studier, E.H., Seveck, S.H., Keeler, J.O. y Schenck, R.A. 1994. *Nutrient levels in guano from maternity colonies of Big Brown Bats*. Journal of Mammalogy. Vol. 75(1): 71-83.
- Swift, S.M. y Racey, P.A. 1983. *Resource partitioning in two species of vespertilionid bats (Chiroptera) occupying the same roost*. Journal of Zoology. Vol 200:249-259.
- Taylor, L.R. 1963. *Analysis of the Effect of Temperature on Insects Flight*. Journal of Animal Ecology. Vol 32(1):99-117.
- Tuttle, M.D. y Moreno, A. 2005. *Murcielagos Cavernícolas del Norte de Mexico, su importancia y problemas de conservacion*. Bat Conservation International. Austin, Tx. pp. 49.

- Verboom, B. y Spoelstra, K. 1999. *Effects of food abundance and wind on the use of tree lines by an insectivorous bat, Pipistrellus pipistrellus*. Canadian Journal of Zoology. Vol. 77:1393-1401.
- Villa-R, B. 1966. *Claves para los murciélagos de México*. Cap 3. En los murciélagos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 491.
- Walsh, A.L y Harris, S. 1996. *Foraging Habitat Preferences of Vespertilionids Bats in Britain*. Journal of Applied Ecology. Vol. 33(3):508-518.
- Whitaker, J. O. Jr. 1972. *Food Habits of Bats from Indiana*. Canadian Journal of Zoology. 50:877-883.
- Whitaker, J.O., Jr. 1988. *Food habits analysis of insectivorous bats diet*. pp. 171-189, En: Kunz, T.H. (ed) Ecological and Behavioral methods for the study of bats. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., xxii+533 pp.
- Whitaker, J.O.Jr. 1992. *Food for the evening bat, Nycticeius humeralis, from Indiana*. American Midland Naturalist. Vol. 127: 211-214.
- Whitaker, J.O. Jr. 1993. *Bats, beetles and bugs*. Bats. Vol. 11:23.
- Whitaker, J.O. Jr. 1994. *Food Availability and Opportunistic Versus Selective Feeding in Insectivorous Bats*. Bat Research News. Vol.35(4):75-77.
- Whitaker, J.O.Jr. 1995. *Food of the big brown bat, Eptesicus fuscus, from maternity colonies in Indiana and Illinois*. American Midland Naturalist.134:346-360.
- Whitaker, J.O. Jr. 1998. *Life history and roost switching in six summer colonies of Eastern Pipistrelles in Buildings*. Journal of Mammalogy. Vol. 79(2): 651-659.

- Whitaker, J.O.Jr. 2004. *Prey Selection in a Temperate Zone Insectivorous Bat Community*. Journal of Mammalogy. Vol. 85(3):460-469.
- Whitaker, J.O. Jr., Brack, V. Jr y Cope, J.B. 2002. *Are bats in Indiana Declining?* Proc. Indiana Acad. Sci. Vol. 111:95-106.
- Whitaker, J.O.Jr., Dannelly, H.K. y Prentice, D.A. 2004. *Chitinase in insectivorous bats*. Journal of Mammalogy. Vol. 85(1):15-18.
- Whitaker, J.O.Jr y Gummer, S.L. 1992. *Hibernation of the Big Brown Bat, Eptesicus fuscus in Buildings*. Journal of Mammalogy. Vol. 73(2): 312-316.
- Whitaker, J.O.Jr. y Lawhead, B. 1992. *Foods of Myotis lucifugus in a Maternity Colony in Central Alaska*. Journal of Mammalogy. 73(3):646-684.
- Whitaker, J.O.Jr y Long R. 1998. *Mosquito feeding by bats*. Bat Research News. Vol: 39, No. 2.
- Whitaker, J.O. Jr., Neefus, Ch. y Kunz, T.H. 1996. *Dietary variation in the Mexican Free-tailed bat (Tadarida brasiliensis mexicana)*. Journal of Mammalogy. Vol. 77(3):716-724.
- Whitaker, J.O.Jr. y Rissler, L. J. 1992. *Winter Activity of Bats at a Mine Entrance in Vermillion County, Indiana*. The American Midland Naturalist. Vol. 127: 52-59.
- Whitaker J.O.Jr. y Rissler, L.J. 1993. *Do Bats Feed in Winter?*. The American Midland Naturalist. Vol. 129: 200-203.
- Whitaker, J.O.Jr. y Rodríguez-Duran, A. 1999. *Seasonal variation in the diet of Mexican Free-tailed bats, Tadarida brasiliensis antillarum (miller) from a colony in Puerto Rico*. Caribbean Journal of Science. Vol. 35 No.1-2: 23-28.

- Whitaker, J.O. Jr., Rose, R.K. y Padgett, T.M. 1997. *Food of the Red Bat Lasiurus borealis in Winter in the Great Dismal Swamp, North Carolina and Virginia.* The American Midland Naturalist. Vol. 137: 408-411.
- Whitaker, J.O.Jr y Weeks H. P.Jr. 2001. *Food of Eptesicus fuscus, the Big Brown bat, in Indiana in the absence of cultivated fields and agricultural pests.* Proceedings of the Indiana Academy of Science. 110:123-125.
- Wickramasinghe, L.P., Harris, S., Jones, G. y Vaughan, N.J. 2004. *Abundance and Species Richness of Nocturnal Insects on Organic and Conventional Farms: Effects of Agricultural Intensification on Bat Foraging.* Conservation Biology. Vol. 18(5):1283-1292.
- Wilkins, K.T. 1989. *Tadarida brasiliensis.* Mammalian species by the American Society of Mammalogists. No. 331: 1-10.
- Williams, L.A. 2005. *Variation in Diet of the Mexican Free-tailed bat (Tadarida brasiliensis mexicana).* Journal of Mammalogy. Vol. 83(3):599-605.
- Wilson, D.E. 1973. *Bat faunas: a trophic comparison.* Syst. Zool. Vol. 22: 14-29.
- Wilson, D.E. y Ruff, S. 1999. *North American Mammals.* Smithsonian Institution Press, Washington and London Association with the American Society of Mammalogists. pp. 750.
- Zinn, T.L. y Humphrey.S.R. 1981. *Seasonal food resources and prey selection of the southeastern brown bat (Myotis austroriparius) in Florida.* Florida Scientist. 44:81-90.
- Zizumbo, R. 2001. *Plan de Manejo para la Unidad de Conservación, Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre, Cañada "El Mogor", Ensenada, Baja California.* Curso de Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Universidad Autónoma de Baja California.

ANEXO 1

Los miembros de la Superclase Hexapoda constituyen el clado mas numeroso del reino Animalia, calculándose que poseen mas de 1,000,000 de especies descritas, las cuales presentan una asombrosa diversidad estructural, funcional, etológica y ecológica. El taxón Hexapoda se caracteriza por la tagmosis con cabeza, tórax y abdomen; y la presencia de tres segmentos en el tórax, cada uno con un par de patas (Morrone, 2004).

Del total aproximado de 1.8 millones de especies conocidas, al menos un 50% de ellas corresponde a insectos fitófago y a las angiospermas, el recurso base de dichos insectos. El numero de especies conocidas de plantas vasculares es de aproximadamente 308,000 y de insectos fitófago alrededor de 361,000. Los insectos y sus plantas de alimentación han estado en contacto trófico por un periodo evolutivo muy largo, de al menos 110 millones de años. De los 27-30 ordenes de la Clase Insecta, es notable que solo tres de ellos, Lepidoptera, Hemiptera y Coleoptera tienen una predominancia marcada de especies que son herbívoras. Así mismo, se da el hecho que esos ordenes son de los mas ricos en especies dentro de la Clase (Dirzo *et al.*, 2004).

La herbivoría es considerada como una interacción antagónica (+/-) donde los animales se alimentan de las plantas, por lo general en detrimento de estas consumiendo total o parcialmente tejidos y fluidos de la planta y de las semillas. Ha sido tema de interés principalmente por sus efectos nocivos en plantas cultivadas o en procesos de domesticación. Una interacción múltiple que ha empezado a recibir atención es la infección patogénica en plantas, por intermediación de insectos fitófago (Dirzo *et al.*, 2004)

El número de insectos en vuelo libre depende de la densidad poblacional y de las tasas de actividad y ambas son afectadas por condiciones climáticas, especialmente por la temperatura. La densidad de insectos en el aire es siempre cambiante y pocas especies de insectos son capaces de volar durante día y noche. Al parecer en algunos casos, el umbral inferior de tolerancia térmica, en climas templados, es un factor climático determinante en el vuelo de insectos. En temperaturas en descenso los insectos pueden continuar en vuelo aun por en temperaturas por debajo del umbral de tolerancia, hasta que la misma temperatura inhibe el movimiento de las alas (Taylor, 1963).

Los insectos pueden ser una excelente y la más adecuada fuente de potasio, nitrógeno y magnesio para algunos mamíferos insectívoros, como en el caso de los murciélagos (Studier *et al.*, 1994).

Vectores de enfermedades

Algunas larvas de moscardones y moscas caseras pueden desarrollarse en tejidos animales vivos produciendo lesiones o permitiendo el daño por parte de otros insectos; si la víctima no recibe tratamiento oportuno puede morir. La ingesta de tejidos infestados de larvas puede causar miiasis afectando también al humano, particularmente en condiciones de poca higiene. Las pérdidas en carne y tratamientos contra miiasis ascienden a varios millones de dólares en el mundo.

Su función como vector de enfermedades transmitiendo agentes patógenos de un animal o humano a otro. Esta transferencia puede ser mecánica o biológica. La transferencia mecánica se da de manera pasiva de hospedero a hospedero, sin proliferar en el vector. Por ejemplo, cuando los fluidos de un individuo enfermo son transportados en las partes bucales, y al alimentarse de otro organismo sano es contagiado; algunos insectos que se alimentan de materia fecal pueden transportar bacterias a los alimentos ocasionando infecciones gastrointestinales.

La transferencia biológica implica una mayor asociación entre el vector, el patógeno y el hospedero. El agente infeccioso se replica en el vector, con el cual existe una gran especificidad. Los métodos de control se basan en la interrupción del contacto entre el vector y el hospedero o atacando directamente al patógeno.

Los patógenos que pueden ser transmitidos por los insectos incluyen virus (arbovirus, una abreviación de “*arthropod-borne viruses*”, virus originados en los artrópodos), rickettsias, bacterias, protistas y nematodos

Evasión de murciélagos

Se ha encontrado evidencia en cinco Órdenes de Insectos de la capacidad de evadir el ultrasonido de los murciélagos Lepidoptera, Orthoptera, Neuroptera, Mantoidea y Coleoptera (Forrest, et al., 1995; Gullan y Cranston, 2000; Miller y Surlykke, 2001).

Historia natural de las principales presas consumidas por murciélagos

Coleoptera

Es el Orden de insectos más numeroso con casi un cuarto de millón de especies descritas en el mundo. En México hay más de 12,000 especies de las cuales cerca de 200 han sido citadas como plagas primarias para la producción agrícola y forestal, lo cual representa casi un 30% de las plagas insectiles registradas en nuestro país. Otras 300 se han considerado como plagas secundarias o potenciales y 100 tienen importancia como dispersores o huéspedes intermediarios de parásitos humanos, de animales domésticos o plantas cultivadas (Borror *et al.*, 1981)..

Los coleópteros pueden ser encontrados en casi cualquier tipo de hábitat y sus hábitos, subterráneos, acuáticos, semiacuáticos, terrestres, etc.

Carabidae

(Powell y Hogue, 1979; Borror *et al.*, 1981; Papp, 1984; Ball y Shpeley,)

Es una familia numerosa con 1975 especies descritas en México y para el estado de California se encuentran reportadas más de 800. En las zonas templadas existe una gran variedad de ellos. Son insectos activos, nocturnos, usualmente negros, brillantes o iridiscentes y en su mayoría son terrestres.

En etapa adulta son depredadores y pueden alimentarse de polen, bayas, semillas y brotes tiernos. Algunas especies se alimentan de las semillas de maíz causando danos usualmente en primavera frías

La Familia incluye enemigos importantes de plagas entomológicas, caracoles, babosas y orugas por lo que se consideran como benéficos.

Algunos adultos son atraídos por la luz, y otros mas puedes expeler secreciones olorosas usadas para repeler a sus enemigos.

Scarabaeidae

(Powell y Hogue, 1979; Borror *et al.*, 1981; Papp, 1984; Gullan y Cranston; 2000)

En Norte América hay reportadas alrededor de 1,300, para California se encuentran representadas mas de 500 especies

Su tamaño es variado desde bastante pequeños hasta grandes y robustos, a menudo de colores vistosos y de lustre metálico. Una característica distintiva es la forma de sus antenas compuestas de 3-7 segmentos en forma de hoja.

Adultos y larvas son generalmente nocturnos y se alimentan de estiércol, carroña, materia vegetal muerta, hongos. Algunos consumen pastos, follaje, frutos y flores por los que son considerados como plagas en campos de cultivo, de golf y en jardines. Ciertas larvas dañan las raíces y pueden causar pérdidas económicas.

Diptera

(Powell y Hogue, 1979; Borror et al., 1981; Gullan y Cranston; 2000).

Actualmente se reconocen alrededor de 250,000 especies en el mundo y 5,600 especies para California. La mayoría son relativamente pequeños y de cuerpos blandos, se caracterizan por tener un solo par de alas, aunque algunos no presentan alas. Varios de ellos son de importancia económica al tener representados individuos chupadores de sangre y que en muchos casos se desarrollan en materia poco higiénica, es el Orden de mayor importancia en la transmisión de enfermedades en mamíferos, incluyendo al hombre. Los mosquitos, moscas negras, tábanos, moscas de establo y otros chupadores de sangre son vectores de enfermedades como malaria, fiebre amarilla, dengue, enfermedad del sueño, fiebre tifoidea, disentería, entre otras. Algunas larvas de Dípteros pueden desarrollarse como endoparásitos de mamíferos en la dermis, en los intestinos, en los senos nasales y frontales.

Chironomidae

(Powell y Hogue, 1979; Gullan y Cranston; 2000; Quiroz y Rodríguez, 2000 Andersen *et al.*, 2002).

Se conocen como mosquitos no picadores pues se confunden con facilidad con otros mosquitos (Culicidae). Son de color café o negros, pero también hay verdes, rojizos o amarillos. Los machos de casi todas las especies poseen antenas conspicuamente plumosas.

Los adultos usualmente habitan en las vecindades de cuerpos de agua y tienen actividad crepuscular o nocturna. Los machos a menudo forman enjambres reproductivos hacia el anochecer.

Las larvas son acuáticas y viven enterradas en el sedimento de partículas orgánicas o libremente entre la vegetación. Poseen un pigmento respiratorio conocido como hemoglobina lo que les permite desarrollarse en aguas con baja concentración de oxígeno disuelto.

Las larvas habitan desde pequeños escurrimientos, arroyos de manantial y grandes ríos, hasta pequeños charcos, estanques y lagos o charcas temporales.

Los quironómidos son los insectos más ampliamente distribuidos y con frecuencia también los más abundantes en los ecosistemas de agua dulce. En México se han registrado únicamente 61 especies y para California 200 especies

Lepidoptera

(Powell y Hogue, 1979; Borror et al., 1981; Gullan y Cranston; 2000).

Este Orden cuenta con unas 11,000 especies para Estados Unidos y Canadá; en California se conocen más de 240 especies de mariposas y unas 3,000 de polillas.

Tienen metamorfosis completa, todo el crecimiento se lleva a cabo en la fase de larva y posteriormente la pupa se desarrolla en un capullo de seda. Son de tamaños grandes y de colores brillantes en muchas especies. Se distinguen por tener dos pares de alas similares en forma y estructura cubiertas de diminutas escamas y una larga proboscis enrollada usada para succionar fluidos. Los adultos se alimentan de néctar y otras secreciones.

Las polillas son de hábitos nocturnos en su mayoría y sus colores son menos llamativos y son atraídos por la luz.

Los lepidópteros son insectos de importancia económica. Las larvas de varias especies son fitófagas, y son serios problemas para los campos de cultivo, como el conocido gusano cogollero. Otras larvas pueden alimentarse de granos almacenados.

Hemiptera

(Powell y Hogue, 1979; Borror et al., 1981; Gullan y Cranston; 2000).

A nivel mundial se tienen registradas más de 50,000 especies y en California se tiene conocimiento de al menos 2,000. Son un grupo ampliamente distribuido y la mayoría de las especies son terrestres aunque muchos son acuáticos.

Uno de los rasgos distintivos del Orden son las alas; la porción basal de las alas frontales esta endurecida y coriácea y la porción apical es membranosa; este tipo de alas se conoce como hemelitos. Las partes bucales son del tipo picador-chupador en forma de pico delgado emergiendo de la parte frontal de la cabeza y se extiende hacia atrás por la región ventral del cuerpo.

Ciertas especies se alimentan del jugo de las plantas haciendo uso de sus estiletes los cuales pueden penetrar superficialmente en la hoja o profundamente en los tallos, por lo tanto son consideradas plagas agrícolas. Por otro lado algunas son depredadoras que consumen insectos nocivos para los humanos, otras mas son hematófagas y algunas necrófagas

Homoptera

Cicadellidae

Pertenecientes al Orden Homóptera, son un grupo numeroso (2,500 especies en Norteamérica y mas de 200 presentes en California) y sus formas, colores y tamaños son variados,; sin embargo rara vez exceden a los 13 mm.

Habitan en casi todos los tipos de vegetación y se alimentan principalmente de hojas. Existe un alto grado de especificidad por el tipo de alimento y su hábitat esta bien definido.

Muchas especies son importantes plagas y son causantes de las cinco principales lesiones de plantas. (1) Algunas especies extraen cantidades excesivas de savia y reducen o destruyen la clorofila en las hojas provocando la aparición de manchas amarillas o blancas en estas. (2) Ciertas especies interfieren con la fisiología normal de la planta, por ejemplo la obstrucción mecánica de floema y xilema en las hojas. (3) Otras especies ovipositan en las ramas tiernas, a menudo ocasionando la muerte de la porción terminal de la rama. (4) En otros casos actúan como vectores de organismos que causan enfermedades como la enfermedad de Pierce en uvas, necrosis de floema, etc, del mismo modo actúan como transmisores directos de enfermedades. (5) Existen especies que ocasionan falta de crecimiento y hojas corrugadas debido a la inhibición del crecimiento debajo de la superficie de las hojas.

Algunos de los cultivos mas afectados son los de betabel, espinaca, tomate.

Acari

(Borror *et al.*, 1981)

Constituyen un Orden de organismos diminutos y se han registrado más de 30,000 especies. Viven en prácticamente todos los tipos de hábitat, incluye formas terrestres y acuáticas. Muchos son parásitos, al menos durante una parte de su ciclo de vida, de vertebrados e invertebrados, siendo en su gran mayoría ectoparásitos. En ocasiones pueden llegar a convertirse en plagas para los humanos y animales causando danos al alimentarse o al ser vectores de enfermedades. Algunos son fitófagos por lo que representan problemas para los propietarios de los cultivos

ANEXO 2

Principales cultivos en el área agrícola de Ensenada, Baja California en el ciclo Otoño-
Invierno 2003-2004

CULTIVO	SUPERFICIE (Ha)		PLAGA
	COSECHADA	SINIESTRADA	
Alfalfa	1,878.000	221.000	
Espárrago	382.000	25.000	
Flor	188.200		
Naranja	133.000	7.000	
Nopal	340.500	66.000	
Olivo	1,021.500	62.000	X
Pastos	230.000	73.000	
Vid	2,196.500	823.000	
Vid para mesa	377.000		

Principales cultivos en el área agrícola de Ensenada, Baja California en el ciclo
Primavera-Verano 2003-2004

CULTIVO	SUPERFICIE (Ha)		PLAGA
	COSECHADA	SINIESTRADA	
Calabacita	282.000	5.000	
Cebolla	2,325.000	15.000	
Cebollín	804.000	175.000	
Chile	790.000	6.000	
Cilantro	189.000	5.000	
Jitomate	5'173,000	8.000	
Maíz	132.000		
Pepino	587.000		
Rabanito	199.000	5.000	X
Sandia	190.000		
Tomate	236.000		

Principales cultivos en el área agrícola de Ensenada, Baja California en el ciclo
Perennes 2003-2004

CULTIVO	SUPERFICIE (Ha)		PLAGA
	COSECHADA	SINIESTRADA	
Alfalfa	1,878.000	221.000	
Espárrago	382.000	25.000	
Flor	188.200		
Naranja	133.000	7.000	
Nopal	340.500	66.000	
Olivo	1,021.500	62.000	X
Pastos	230.000	73.000	
Vid	2,196.500	823.000	
Vid para mesa	377.000		

Insectos plaga de los principales cultivos en Ensenada, Baja California y los métodos de control

CULTIVO	PLAGAS	TIPO DE CONTROL
Avena	Pulgones del cogollo y follaje	Químico
Brócoli	Falso Medidor, Pulgones, Gusano soldado, palomilla dorso de diamante, mariposa blanca.	Químico
Calabacita	<i>Diabrotica</i> sp., Gusano , Falso medidor, pulgones, minador de hoja	Químico
Cebada	Pulgones del cogollo y follaje.	Químico
Cebolla	Trips, Minador de la hoja y ácaros	Químico
Cebollin	Trips, Minador de la hoja y ácaros	Químico
Cilantro	Trips y araña roja	Químico
Col de Bruselas	Pulgones, mariposa blanca, palomilla dorso de diamante, gusano medidor, gusano soldado	Químico
Chícharo	Trips, minador de la hoja, pulgones, ácaros, falso medidor y gusano soldado	Químico
Chile	Barrenillo, pulgones y minador	Químico
Flor	<i>Diabrotica</i> sp., gusano del capitulo	Químico
Fresa	Ácaros, pulgones, trips, mosquita blanca y plagas del suelo (insectos, nematodos, hongos, etc.)	Químico
Lechuga	Gusano soldado, gusano falso medidor y pulgones	Químico
Maíz	Trips, <i>Diabrotica</i> sp, pulga negra, gusano cogollero y gusano elotero	Químico
Naranja	Escama, trips y ácaros	Químico
Nopal	Cochinilla o grana y picudos	Químico
Olivo	Escama negra y trips	Químico
Pepino	Gusano falso medidor, minador de la hoja, gusano soldado y mosquita blanca	Químico y biológico
Rábano	Trips y <i>Diabrotica</i> sp	Químico
Sandia	<i>Diabrotica</i> sp, gusano falso medidor, mosquita blanca y pulgones	Químico
Tomate de piso	Pulgones, gusano soldado, gusano falso medidor, gusano alfiler, minador de la hoja y mosquita blanca	Químico
Tomate	Pulgones, gusano soldado, gusano falso medidor, gusano alfiler, minador de la hoja y mosquita blanca	Químico
Vid	Chicharrita y descamador	Químico y biológico