



Universidad del Mar Campus Puerto Escondido

ASPECTOS ECOLÓGICOS Y ETOLÓGICOS DE LA ARDILLA GRIS (*Sciurus Aureogaster*) EN UN ÁREA PERIURBANA DE PUERTO ESCONDIDO, OAXACA

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestra en Ciencias: Manejo De Fauna Silvestre

Presenta

Bióloga Nanaxhi Isabel Zárate Hernández

Director

Dr. Carlos García Estrada

Co-Directora

M. C. Helisama Colin Martínez

Puerto Escondido, Oaxaca 2025

DEDICATORIA

A mi familia por el apoyo incondicional en todas mis decisiones, en especial, a mis padres Amparo Hernández Zárate y Marcelino Zárate Velázquez por estar presentes en todo momento y darme el don de la sabiduría y la perseverancia.

A mi hija y esposo por ser la fuente de energía y el motor principal de cada uno de mis proyectos y de mis aventuras, por quienes la vida es multicolor y suena a Rock and roll.

Este logro es fruto de cada una de las personas que sin pedirlo estuvieron para mí y sin pensarlo me brindaron una mano.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis el Dr. Carlos García Estrada por aceptar ser mi guía en este proyecto, por su profesionalismo, dedicación y por su compromiso en la formación de profesionistas competitivos.

A mis revisores la M. en C. Helisama Colín Martínez, al M. C. Rolando Galán Larrea, al Dr. Eduardo Jiménez Hidalgo y al Dr. Miguel Ángel De Labra Hernández por su valioso tiempo, así como por sus sugerencias y comentarios aportados a este trabajo que fueron de gran relevancia para su realización.

A la Universidad del Mar por ser mi alma mater durante los dos años del posgrado y por permitir realizar este proyecto en sus instalaciones.

A los profesores del posgrado por compartir su conocimiento y experiencia en todo momento, siendo parte esencial de mi formación académica.

Al personal administrativo por el apoyo logístico y al personal de mantenimiento por su acompañamiento cuando me encontraba realizando el trabajo de campo.

A mis fabulosas compañeras de aula Ariana, Abigail, Esmeralda y Dioselina, las cuales en un corto tiempo se volvieron parte de mi familia.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	i
INDICE DE TABLAS	ii
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1. Sciuridae	4
2.1.1. <i>Sciurus aureogaster</i>	5
2.2. Ecología	6
2.3. Etología	7
2.3.1. Métodos de medición del comportamiento	8
2.4. Importancia de las áreas verdes urbanas y periurbanas	9
3. ANTECEDENTES	11
3.1. Estudios sobre la ecología de la ardilla gris en México	11
3. 2. Estudios sobre la etología de la ardilla gris en México	12
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. HIPÓTESIS	15
6. OBJETIVO GENERAL	15
6.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
7. METODOLOGIA	16
7.1. Área de estudio	16
7.2.1. Muestreo de ardillas	17
7.2.2. Aspectos ecológicos de la ardilla gris	18
7.2.2.1. Abundancia y distribución espacial	18
7.2.2.2. Relación con los factores bióticos y abióticos	18
7.2.3. Aspectos etológicos de la ardilla gris	19
7.3. Análisis estadísticos	21
8. RESULTADOS	22
8.1. Aspectos ecológicos de la ardilla gris	22
8.1.1. Abundancia	22

8.1.2. Distribución espacial	23
8.1.3. Relación de factores bióticos y abióticos asociados a <i>S. aureogaster</i>	23
8.1.4. Hábito alimentario	26
8.2. Aspectos etológicos de la ardilla gris	30
9. DISCUSIÓN	32
9.1. Aspectos ecológicos de la ardilla gris	32
9.1.1. Abundancia	32
9.1.2. Distribución espacial	33
9.1.3. Hábito alimentario	34
9.2. Aspectos etológicos de la ardilla gris	36
9.3. Importancia de la ardilla gris en el ecosistema.....	39
10. CONCLUSIÓN	41
11. REFERENCIAS	42
12. ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del campus Puerto Escondido de la Universidad del Mar	17
Figura 2. Mapa del campus Puerto Escondido de la UMAR.....	18
Figura 3. Medición de variables bióticas en el campus Puerto Escondido de la UMAR	20
Figura 4. Observación de <i>S. aureogaster</i> en el campus Puerto Escondido de la UMAR	20
Figura 5. Número de registros de <i>S. aureogaster</i> por mes de muestreo	22
Figura 6. Número de registros de <i>S. aureogaster</i> por horario de muestreo y zona	23
Figura 7. Contribución de los primeros componentes principales con respecto a las variables bióticas y abióticas.....	24
Figura 8. Fotografías de la ardilla gris consumiendo: A. Lluvia de oro asiática (<i>C. fistula</i>); B. Ceiba (<i>C. pentandra</i>); C. Caulote (<i>G. ulmifolia</i>); D. Ciruela criolla (<i>S. purpurea</i>); E. Tulipán africano (<i>S. campanulata</i>); F. Almendra (<i>T. catappa</i>); G. Cornezuelo (<i>A. globulifera</i>); H. Muérdago (<i>Struthanthus</i> sp.); I. Framboyán (<i>D. regia</i>).....	28
Figura 9. Comportamientos de la ardilla gris. A. Alimentación; B. Acicalamiento; C. Correr; D. Forrajeo; E. Descanso; F. Anidamiento; G. Persecución; H. Exploración; I. Desplazamiento; J. Alerta; K. Otra	29
Figura 10. Número de registros de <i>S. aureogaster</i> por comportamiento	30
Figura 11. Duración de patrones conductuales de <i>S. aureogaster</i>	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las categorías comportamentales	19
Tabla 2. Resumen de los 11 modelos lineales generalizados para determinar el efecto de las variables asociadas de los factores principales sobre la abundancia de <i>Sciurus aureogaster</i>	25
Tabla 3. Estimador de los factores principales, error estándar y probabilidad para el modelo de mejor ajuste para la abundancia de la ardilla gris (<i>Sciurus aureogaster</i>)	26
Tabla 4. Elementos de la dieta de la ardilla gris (<i>Sciurus aureogaster</i>).....	26

RESUMEN

La ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), es la ardilla arborícola más ampliamente distribuida en México; ocupa gran variedad de hábitats, desde bosques templados hasta bosques tropicales. Las interacciones ambientales y pautas conductuales de *S. aureogaster* pueden ser modificadas por la perturbación antropogénica, desencadenando cambios importantes en la especie; sin embargo, estas pautas en regiones tropicales son poco conocidas. El objetivo de este estudio fue describir aspectos ecológicos y etológicos de *S. aureogaster* en un área periurbana de Puerto Escondido, Oaxaca. Para este propósito, se realizaron seis muestreos mensuales de diciembre de 2022 a mayo de 2023, de cinco días cada uno, en el campus de la Universidad del Mar. Se efectuaron conteos directos y de tipo animal focal con ayuda de un monocular, en transectos de longitud y anchura variable. Se obtuvieron 254 registros de individuos de *S. aureogaster*, la mayor abundancia ocurrió en diciembre y marzo ($n = 50$). La actividad de la ardilla gris fue mayor en las primeras horas del día ($n = 113$ registros), su abundancia se relacionó significativamente con la temperatura promedio, la altura de los árboles, el número de arbustos, así como con la presencia de frutos. *Sciurus aureogaster* se distribuyó principalmente en las zonas con mayor perturbación antropogénica. Se obtuvieron 78 registros alimentarios de *S. aureogaster*, los cuales pertenecieron a 15 especies; el tulipán africano (*Spathodea campanulata*), la almendra (*Terminalia catappa*), la lluvia de oro asiática (*Cassia fistula*) y la ciruela criolla (*Spondias purpurea*), fueron las especies de mayor frecuencia de consumo; de siete especies se obtuvo menos del 5% de registro. Asimismo, se obtuvieron 368 registros de comportamientos, los cuales fueron clasificados en 12 categorías; correr ($n = 102$) y alimentación ($n = 78$) representaron 48.9% del total de pautas mostradas. Con respecto a los registros de los comportamientos de desplazamiento ($n = 53$), exploración ($n = 29$), descanso ($n = 28$), otra ($n = 26$) y forrajeo ($n = 21$), sumaron 42.7% de los comportamientos registrados. Los comportamientos restantes representaron menos del 2%. Las especies oportunistas, como la ardilla gris, han logrado adaptarse, sobrevivir y utilizar el hábitat disponible. La conversión de los bosques originales en agrosistemas o asentamientos urbanos, las interacciones ambientales y el patrón de comportamiento que actualmente exhibe la ardilla gris en las regiones tropicales, sugiere que son el resultado de los procesos de adaptación a eventos continuos propios de la modificación de su hábitat.

1. INTRODUCCIÓN

La ecología y la etología son ciencias importantes para conocer con mayor profundidad a las especies. La ecología busca comprender la relación entre los organismos y su ambiente (Smith & Smith, 2007). El ambiente incluye no solamente las condiciones físicas sino también los componentes biológicos, los cuales constituyen el entorno de un organismo (Odum & Barret, 2006). Las relaciones que establecen los organismos de una especie pueden ser interacciones abióticas y bióticas. Entre las interacciones bióticas se encuentran las intraespecíficas que pueden ocurrir con miembros de la misma especie y las interespecíficas con otras especies (Smith & Smith, 2007). Las interacciones entre los individuos de una población varían de acuerdo con el tipo y disponibilidad del recurso alimenticio (Malacaza & Momo, 2002). Lo anterior definirá los atributos de la población (abundancia, distribución espacial, estructura de edades y reproducción) y ayuda a comprender su funcionalidad (Carrillo-Fernández, 2015).

Por otro lado, la etología busca entender la variedad de comportamientos que en diferentes situaciones exhiben las especies (Smith & Smith, 2007). El comportamiento significa el modo en que el ser vivo resuelve los problemas a los que debe enfrentarse a lo largo de su vida. Los actos observables más simples forman parte de tácticas o estrategias que configuran las soluciones que los organismos adoptan ante un problema (Cassini & Hermitte, 1994). Las conductas pueden agruparse en dos categorías interdependientes: el comportamiento social y el comportamiento de relación con el ambiente (Cassini & Hermitte, 1994). En la primera categoría, el éxito reproductivo depende de la respuesta de los demás miembros de la población, mientras que, en la segunda, está principalmente condicionada a las estrategias individuales de explotación de los recursos ambientales (Cassini & Hermitte, 1994).

La ecología y la etología de las especies animales puede modificarse con la perturbación antropogénica (Carrillo-Fernández, 2015). Una de las especies que se ha adaptado a estas condiciones es la ardilla gris *Sciurus aureogaster* (Valdez & Téllez, 2005). La ardilla gris es un roedor arborícola perteneciente a la familia Sciuridae; ocupa gran variedad de hábitats, incluyendo bosques tropicales, bosques espinosos semiáridos y de pino-encino (Valdés, 2003). *Sciurus aureogaster* es la especie de ardilla más ampliamente distribuida en México, presente en 20 de los 32 estados de la república. Se alimenta

principalmente de frutos y semillas, sin embargo, cuando los recursos alimenticios son escasos, consume las yemas y partes verdes de las plantas (Coates-Estrada & Estrada, 1986; Ramos-Lara & Cervantes, 2007). Su periodo de reproducción es variable, pero generalmente está asociado con los periodos de lluvia y mayor disponibilidad de alimento; su tamaño de camada varía de dos a seis crías por parto (Valdés, 2003; Ramos-Lara & Cervantes, 2007).

La ardilla gris también se ha adaptado a espacios urbanos y periurbanos, los cuales le proporcionan recursos, así como la disminución de depredadores y competidores (Serrano-García, 2018). De esta manera, las zonas verdes urbanas y periurbanas contribuyen en la preservación de una amplia variedad de organismos y comunidades (Aranzana, 2015). Las zonas verdes periurbanas presentan varios factores que contribuyen a su elevada tasa de biodiversidad: una mayor superficie en comparación con parques y jardines; su localización al exterior de la urbanización reduce algunas molestias como el ruido o la iluminación artificial y favorece, por otro, su conectividad ecológica con otras zonas naturales; mayor cubierta vegetal y elevada diversidad de hábitats, resultado en unos casos de la conservación de la vegetación original y en otros de un proceso de recuperación y manejo posterior con criterios ecológicos (Aranzana, 2015). Por otro lado, la cubierta vegetal de la periferia urbana tiene la capacidad de paliar algunos de los efectos negativos del desarrollo urbano como la absorción de CO₂, integración paisajística, regulación de procesos como inundaciones, entre otros (Vásquez, 2016).

Debido a que la destrucción de hábitats es ampliamente reconocida como la amenaza más notoria y generalizada a la biodiversidad global, el establecimiento de decretos de áreas naturales protegidas con alta biodiversidad es insuficiente para la conservación de una amplia variedad de plantas y animales. Por esta razón, los espacios verdes urbanos y periurbanos desempeñan un papel decisivo en la conservación de la biodiversidad (Villanueva-Rodríguez, 2019). Dado que el conocimiento de los aspectos poblacionales y conductuales son importantes para entender los procesos de adaptación de las especies a cambios y perturbaciones en su hábitat, el presente trabajo pretende conocer los aspectos ecológicos y etológicos de *S. aureogaster* en la Universidad del Mar de Puerto Escondido, Oaxaca.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Sciuridae

Grupo de ardillas muy diverso y ampliamente distribuido, conformado por alrededor de 180 especies en el mundo, encontrándose la mayor diversidad y endemismo en los trópicos. Actualmente se reconocen 35 especies de ardillas en México, incluidas en siete géneros, de las cuales 13 especies son endémicas (Ramos-Lara & Koprowski, 2014). Se distribuyen en una amplia variedad de hábitats desde tierras cálidas tropicales hasta los bosques templados fríos y húmedos (Valdés, 2003; Ramos-Lara *et al.*, 2007). La mayoría de las especies de esciuromorfos que se encuentran en México son de hábitos terrestres (21 especies) y arborícolas (14 especies), de las cuales sólo cuatro son endémicas de México; mientras que a nivel subespecífico, 20 de las 30 subespecies son endémicas (Valdés, 2003; Ramos-Lara & Koprowski, 2014).

Las ardillas generalmente son solitarias; sólo en la época de apareamiento llegan a formar grandes comunidades; las planeadoras suelen pasar el invierno en grupos como una estrategia de termorregulación y para evitar la pérdida de calor durante esta época (Koprowski *et al.*, 2017). La mayoría de las especies son más activas por la mañana y antes del atardecer. Estos roedores son generalistas en su dieta y en los tipos de ambientes, presentan una alta tolerancia a la transformación del hábitat, es por esto que se les puede encontrar en áreas agrícolas, zonas de pastizales y zonas llanas (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

El periodo de reproducción de las ardillas puede variar en el año, pero generalmente está asociado con los periodos de lluvia y mayor disponibilidad de alimento, teniendo de dos a seis crías por parto. Las ardillas terrestres tienen un periodo de reproducción más definido y asociado a la disponibilidad de recursos, presentando incluso una marcada influencia en las formas de agrupación y grados de sociabilidad (Valdés, 2003; Ramos-Lara & Cervantes, 2007).

Los sitios de anidación adecuados pueden ser un recurso limitante en algunas especies de ardillas arborícolas. Los nidos son construidos principalmente en los árboles más altos y grandes y cerca del tronco principal. Desafortunadamente, aunque los requisitos de anidación de algunas especies de ardillas arborícolas son bien conocidos,

especialmente en regiones templadas, estos requisitos en las regiones tropicales siguen siendo poco estudiadas (Ramos-Lara & Cervantes, 2007).

2.1.1. *Sciurus aureogaster*

La ardilla gris se caracteriza por presentar un cuerpo mediano (418-573 mm); su coloración es bastante variable a lo largo de su distribución geográfica. La coloración dorsal es grisácea desde pálida a oscura; pueden tener parches de diferentes tamaños y colores en la nuca, los hombros, la rabadilla y los costados (Coates-Estrada y Estrada, 1986). La coloración ventral varía de blanca a naranja a castaño; la cola puede tener un tono grisáceo abigarrado cuando las partes inferiores son pálidas, o ser rojo anaranjado o castaño cuando el vientre es de color naranja intenso. La presencia de melanismo parcial y completo es común. No existe dimorfismo sexual; sin embargo, los parches dorsales aparecen más brillantes en el adulto que en el pelaje juvenil (Koprowski *et al.*, 2017).

Sciurus aureogaster se distribuye en la planicie costera occidental de México desde Colima hasta Chiapas, y en la planicie costera oriental desde Nuevo León y Tamaulipas hasta Tabasco, además de las montañas desde la porción sur del Altiplano mexicano hacia el sur hasta las montañas del centro y suroeste de Guatemala (Valdés, 2003; Ramos-Lara & Cervantes, 2007; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2012; Mencía, 2021). La variación geográfica en las características morfológicas y de pelaje es compleja y depende de las condiciones ambientales (Koprowski *et al.*, 2017). La variación más evidente parece estar relacionada con la temperatura y la humedad, con una gradación relativamente suave que ocurre a lo largo de los gradientes climáticos. En las tierras bajas cálidas, la longitud de la cola (en relación con la longitud de la cabeza y el cuerpo combinados) es mayor, el pelo superior es más corto (10 a 15 frente a 20 a 25 mm) y el pelaje inferior es más escaso que en las tierras altas frías (Koprowski *et al.*, 2017).

La ardilla gris se reproduce todo el año, y la disponibilidad de alimento condiciona su reproducción (Ramos-Lara & Cervantes, 2011). Su tamaño de camada varía de dos a cuatro, luego de un período de gestación de alrededor de 44 días (Valdéz-Alarcón & Téllez-Girón, 2005; 2014). *Sciurus aureogaster* se encuentra en una amplia variedad de comunidades de plantas, desde el nivel del mar hasta una elevación de aproximadamente 3300 m, que van desde matorrales tropicales y formaciones de hoja ancha en las tierras

bajas cálidas hasta bosques nubosos fríos en elevaciones moderadas hasta bosques de robles y coníferas en las tierras bajas (Valdéz-Alarcón & Téllez-Girón, 2005; López-Arévalo *et al.*, 2011). Asimismo, puede observarse en áreas urbanas y periurbanas desplazándose por los árboles de las casas, sobre árboles ornamentales ubicados en las calles y por los cables de telefonía y electricidad. Las ardillas han encontrado un beneficio de las zonas urbanas, donde su dieta ha variado adaptándose a especies de plantas presentes en casas como el coco (*Cocos nucifera*), guayaba (*Psidium guajava* L.), mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*), entre otros (Mecía, 2021).

Principalmente *S. aureogaster* se alimenta de bellotas (*Quercus* spp.) y piñones (*Pinus* spp.) en su área de distribución nativa (Steele *et al.*, 2001), pero también puede incluir hongos, insectos, huevos y pichones (Estrada *et al.*, 2002; Valdéz-Alarcón & Téllez-Girón, 2005). De igual forma, se alimenta de frutos de higos silvestres (*Ficus* spp.), ciruelas jobo (*Spondias* spp.), vainas de tamarindo (*Tamarindus indica*), chicozapote (*Manilkara zapota*), nuez de palma (*Astrocaryum mexicanum*) y una variedad de leguminosas (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2012).

Sciurus aureogaster tiene una mayor presencia en alturas superiores a 6 m en el estrato arbóreo, se cuelga de una rama por medio de sus patas traseras mientras se alimenta de semillas y frutos, sin embargo, también consume su alimento en el suelo (López-Arévalo *et al.*, 2011). La ardilla gris es generalmente tranquila y llama solo a sus conoespecíficos cuando está angustiada o está en época de apareamiento (Ramos-Lara & Cervantes, 2011; Koprowski *et al.*, 2017). Se pueden identificar cuatro tipos de vocalizaciones: 1) ladrido de tono bajo, emitido cuando los animales están aprensivos por una amenaza distante; 2) ladrido de tono alto, lanzado cuando el peligro está cerca; 3) chillido penetrante y agudo, emitido cuando se manipulan los animales; y 4) chirridos y chasquidos rápidos, liberados durante los combates de apareamiento (Koprowski *et al.*, 2017).

2.2. Ecología

La ecología puede definirse como la disciplina encargada del estudio de las relaciones entre los organismos y el ambiente (Carrillo-Fernández, 2015). Sin embargo, para estudiar estas interacciones, se debe recurrir a otras ciencias. Esta dependencia hace de la ecología una ciencia interdisciplinaria, ya que las interacciones de los organismos con su ambiente y

entre sí implican respuestas fisiológicas, de comportamiento y físicas (Smith & Smith, 2007; Carrillo-Fernández, 2015).

La ecología abarca un área de investigación muy amplia, desde individuos hasta ecosistemas. El comenzar con el organismo individual, para examinar los procesos que sigue y las restricciones a las que se enfrenta para conservar la vida bajo variadas condiciones medioambientales, es empezar con la unidad básica de la ecología (Smith & Smith, 2007). Para investigar la relación de los organismos con su medio ambiente, se deben llevar a cabo estudios experimentales en el laboratorio y en el campo. Todos los estudios ecológicos tienen algo en común, implican la recopilación de datos (observaciones y medidas en función de las cuales se pueden proponer conclusiones acerca de una población) para falsear o poner a prueba una hipótesis o responder una pregunta de investigación (Smith & Smith, 2007).

Es difícil que un investigador pueda reunir observaciones sobre todos los miembros de una población, así que la parte de la población que realmente es observada se denomina muestra (Smith & Smith, 2007). En función de los datos de esta muestra el investigador extraerá sus conclusiones acerca de la población en general. Sin embargo, no todos los datos son del mismo tipo y el tipo de datos recogidos en un estudio influye directamente sobre la forma de presentación, los tipos de análisis que pueden efectuarse y las interpretaciones que pueden realizarse. En buena medida, los investigadores utilizan la interpretación de sus observaciones y experimentos para elaborar modelos. Los modelos usan la interpretación de los datos para predecir lo que ocurrirá en otro lugar y momento determinados. Recoger observaciones, desarrollar y demostrar hipótesis, y construir modelos constituye la base del método científico (Smith & Smith, 2007).

2.3. Etología

La etología se ha conceptualizado como una disciplina que estudia la biología de la conducta instintiva de los animales (Sampedro-Marín, 2016). En el ámbito científico, la mayoría de los autores coincide que la conducta (actividad consciente del sujeto que implica una serie de acciones en correspondencia con otros individuos y dentro del entorno de cada individuo) y el comportamiento (conjunto de respuestas que ofrece un individuo en relación con el entorno) son los modos en que los seres vivos resuelven los problemas

a los que deben de enfrentarse a lo largo de sus vidas (Sampedro-Marín & Cabeza, 2010; Sampedro-Marín, 2016). De esta forma, el comportamiento es definido como determinadas actividades con secuencia en el tiempo y se manifiestan, en la mayoría de las ocasiones, como movimientos musculares y cambios de actividad glandular (Carranza, 1994; Sampedro-Marín, 2016). Es así como, el comportamiento es un rasgo fenotípico que, como cualquier otro carácter morfológico o fisiológico, puede estar sujeto a selección ya que presenta variación individual, es heredable y las variantes confieren éxito reproductivo y/o supervivencia diferencial (López-Rull, 2014).

2.3.1 Métodos de medición del comportamiento

La observación del comportamiento es un proceso riguroso y detallado de las reacciones de un animal en relación a su entorno, y es a partir de estas observaciones, que se adquiere el conocimiento de los patrones conductuales de los individuos (López-Rull, 2014). Sin embargo, las unidades de medida no siempre son tangibles debido a que los patrones de conducta no perduran en el tiempo (López-Rull, 2014). Cuando se trata de medir el comportamiento, el mejor aliado es la observación pacientemente, con lo cual pronto se identificará un patrón en las posturas, movimientos adoptados, cierto orden entre las actividades que el animal realiza, y cierta congruencia en los contextos en los que las manifiesta (López-Rull, 2014).

Existen tres métodos de muestreo y registro del comportamiento: focal, de barrido y *ad libitum*, elegir el adecuado depende del objetivo del estudio. El muestreo focal implica la medición del comportamiento de un individuo (o una pareja, camada u otro tipo de unidad) durante un período de tiempo determinado, registrando las pautas conductuales que realice (López-Rull, 2014). En el muestreo de barrido se hace una rápida exploración o escaneo de un grupo de sujetos anotando el comportamiento del individuo al momento de hacer el barrido (López-Rull, 2014). Por último, el muestreo *ad libitum* involucra observaciones oportunistas y sin restricciones en el tiempo de medición en las que se registran las distintas actividades desplegadas por uno o varios individuos (López-Rull, 2014).

El estudio del comportamiento puede ser sumamente útil en el ámbito de la gestión y conservación de la fauna. Por un lado, los cambios comportamentales son, en muchos

casos, la primera línea de defensa de los animales frente a cambios ambientales. Su estudio permite, por tanto, identificar y predecir el impacto global de dichos cambios. De hecho, puesto que las respuestas comportamentales preceden a las respuestas demográficas, el comportamiento se puede usar como un indicador temprano de problemas potenciales (Mougeot & Arroyo, 2017). En este contexto, los estudios de comportamiento tienen un papel relevante para identificar problemas a tiempo, y ayudar a mejorar la gestión y la conservación de las especies amenazadas (Mougeot & Arroyo, 2017).

2.4. Importancia de las áreas verdes en zonas urbanas y periurbanas

No sólo las áreas naturales y semi-naturales pueden tener una alta diversidad de flora, fauna y hábitats, sino que también las zonas urbanas y periurbanas pueden resguardar una amplia variedad de organismos y comunidades (Aranzana, 2015). En áreas muy humanizadas, las zonas verdes urbanas y periurbanas pueden contener niveles comparativamente altos de biodiversidad y ser también importantes en la conservación de especies amenazadas (Aranzana, 2015).

Los estudios de pequeña escala coinciden en que la urbanización produce en general una simplificación de los hábitats y un empobrecimiento de las comunidades animales y vegetales (Aranzana, 2015; Rodríguez-Alonso & Simón-Tenorio, 2016). No obstante, niveles moderados de urbanización pueden incrementar en algunos casos la riqueza específica (Rodríguez-Alonso & Simón-Tenorio, 2016). Una cierta fragmentación de un hábitat anteriormente continuo incrementa el ecotono, que se reduce sin embargo a medida que el desarrollo urbano tiende a eliminar el hábitat natural. Todo ello explica que las zonas verdes periurbanas tengan comparativamente una importancia mucho mayor para la conservación de la biodiversidad que los parques y jardines urbanos (Allen, 2003).

La diversidad y la densidad de la vegetación y la heterogeneidad del hábitat son también factores que incrementan la biodiversidad de las zonas verdes (Aranzana, 2015). En el caso de las zonas verdes periurbanas son varios los factores que contribuyen a su elevada tasa de biodiversidad: una mayor superficie en comparación con parques y jardines; su localización al exterior del casco urbano reduciendo algunas molestias como el ruido o la iluminación artificial; su densa cubierta vegetal y elevada diversidad de hábitats, resultado en unos casos de la conservación de la vegetación original y en otros de

un proceso de recuperación y manejo posterior con criterios ecológicos; finalmente, la baja densidad de la red de caminos limita en buena medida el impacto negativo de la afluencia de público (Aranzana, 2015). Asimismo, el abandono intencionado de algunos espacios para posibilitar el proceso natural de sucesión vegetal permite aumentar notablemente la complejidad del hábitat (Aranzana, 2015).

3. ANTECEDENTES

3.1. Estudios sobre la ecología de la ardilla gris en México

La mayoría de los estudios sobre la ecología de la ardilla gris en México se han restringido en las regiones occidente y centro del país. Uno de estos trabajos fue llevado a cabo por Ramos-Lara & Cervantes (2007), quienes estudiaron la selección del sitio de nido por *S. aureogaster* (ardilla mexicana de vientre rojo) al sur de Pátzcuaro, Michoacán; reportaron la construcción de nidos en árboles altos, gruesos y de dosel abierto. La construcción de nidos estuvo asociada a las características del hábitat como la densidad de árboles y la inclinación de las pendientes pronunciadas; además, registraron picos de construcción de nidos en los meses de junio y noviembre, entre las épocas húmeda y seca, asociándolo a la producción de mástiles considerados como fuente de alimento. En el mismo sitio, Ramos-Lara & Cervantes (2011) reportaron algunos aspectos ecológicos (comportamiento de alimentación, anidación y patrones de actividad) de la ardilla gris al sur de Pátzcuaro; encontraron que la ardilla gris consumió semillas de pinos, robles y cornejos. Además, reportaron el uso de las hojas de los árboles de los géneros *Quercus*, *Pinus*, *Clethra*, *Cornus* y *Styrax* para construir sus nidos. Los patrones de actividad de la ardilla gris fueron principalmente por la mañana y antes del atardecer, su actividad se redujo durante los días cálidos-soleados y días con vientos fuertes.

Por otro lado, Mora-Ascencio *et al.* (2010) reportaron la densidad poblacional y daños ocasionados por la ardilla *S. aureogaster* y sus implicaciones para la conservación de los viveros de Coyoacán, Ciudad de México. Encontraron densidades poblacionales de 5.9 a 6.5 individuos/ha; además, registraron dos patrones de actividad: uno al amanecer y otro antes del anochecer, reduciendo su actividad en las horas más cálidas del día. Por otra parte, Hidalgo-Mihart *et al.* (2012) estudiaron la densidad de *S. aureogaster* en plantaciones de coco (*Cocos nucifera*) del estado de Tabasco; documentaron la densidad (0.59-1.24 individuos/ha) de la ardilla arborícola y la relación existente entre la abundancia de sus poblaciones con la disponibilidad y diversidad de alimento, que favorece la sobrevivencia de las crías y el rápido crecimiento de las poblaciones. En plantaciones similares, García-Guzmán & Hernández-Guzmán (2015) reportaron la ocurrencia de ardillas tropicales en Paraíso Tabasco. Identificaron la presencia de dos especies de ardillas

arborícolas, *S. deppoi* y *S. aureogaster*, la primera fue la más abundante en el área de estudio. Asociaron el fenómeno de ocurrencia a la gran disponibilidad de alimento y a la falta de depredadores naturales debido a las actividades antropogénicas e industriales del área.

Recientemente, Astiazarán-Azcarraga *et al.* (2020) analizaron los patrones de actividad de los mamíferos arborícolas en la Reserva Ecológica Santa Gertrudis, Veracruz; reportaron que *S. aureogaster* tuvo un patrón completamente diurno con actividad continua durante el periodo de luz a lo largo del día. Así mismo, García-Martínez *et al.* (2021) documentaron la asociación de *S. aureogaster* con *Agave hiemiflora* (Asparagaceae) en Chiapas, México; registraron que la ardilla visitó y consumió las flores del maguey *A. hiemiflora*, por lo que participó en la fecundación floral y desempeñó un papel importante en la dinámica de la reproducción de la planta. En el mismo estado, Díaz-Alegría (2023) estudió los hábitos alimentarios de la ardilla gris en vida libre en el Jardín Botánico de Tuxtla Gutiérrez; reportó el consumo de 20 especies vegetales, el mango (*Mangifera indica* L.), el coco (*Cocos nucifera* L.), el caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.) y la ceiba (*Ceiba pentandra* L. Gaertn), fueron las especies de mayor frecuencia en su dieta, varió su consumo con la de otras especies vegetales con base en su disponibilidad y fenología.

3.2. Estudios sobre la etología de la ardilla gris en México

Los estudios sobre la etología de la ardilla gris son escasos en México. De los pocos estudios realizados con ardillas, Koprowski (2005) evaluó la respuesta de las ardillas arborícolas (*Sciurus carolinensis*, *S. niger*, *S. vulgaris* y *Tamiasciurus hudsonicu*) a la fragmentación; compiló información sobre la densidad y el tamaño del área de distribución de las ardillas arborícolas en fragmentos de bosque. Encontró una influencia negativa de la fragmentación sobre la densidad y la dinámica del área de distribución que propició cambios en los sistemas sociales y de apareamiento. Más adelante, Serrano (2018) reportó el efecto de la presencia de la ardilla gris (*S. aureogaster*) sobre la ocupación de hábitat de diversas especies de aves paseriformes en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad de México. Encontró la interacción espacial negativa con *Psaltiriparus minimus*, debido a que esta ave buscó árboles para alimentarse en los cuales no estuviera la ardilla gris.

Posteriormente, Tobajas *et al.* (2020) reportaron los factores que afectan la abundancia de la ardilla de Peters, *Sciurus oculatus*, en una población en el centro de México. Registraron que la ardilla modificó su comportamiento al evitar bajar al suelo en lugares con presencia de carnívoros, para minimizar el riesgo de depredación. Aunado a lo anterior, documentaron una baja presencia de *S. oculatus* en senderos, posiblemente para reducir la probabilidad de encuentro con humanos y especies de carnívoros que utilizan estos lugares para transitar. Finalmente, Culpu-Magaña & Myska (2021), reportaron el consumo del árbol trompetillo o guarumbo (*Cecropia obtusifolia*) por *Sciurus colliaei* en un área suburbana cerca de una selva mediana subperennifolia de Puerto Vallarta, Jalisco. La ardilla consumió las hojas jóvenes y frutos del guarumbo, el cual es una fuente potencial de proteínas y otros complementos alimenticios de la ardilla colimense.

4. JUSTIFICACIÓN

México es considerado un país megadiverso, particularmente ocupa el tercer lugar en riqueza de especies de mamíferos a nivel mundial (Ceballos & Oliva, 2005). De igual forma, el estado de Oaxaca es la entidad federativa con mayor diversidad de mamíferos en México (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014); sin embargo, la elevada heterogeneidad de especies de mamíferos se encuentra en riesgo debido a la alta tasa de deforestación anual y a la conversión de sus bosques originales en agrosistemas o asentamientos urbanos, mismos que han provocado una notable reducción de la biodiversidad vegetal y animal (Llorente & Ocegueda, 2008; Retana & Lorenzo, 2002; Sánchez-Cordero *et al.*, 2014; Briones-Salas *et al.*, 2015). Debido a que las ardillas arbóreas tienen una significativa dependencia a bosques maduros que les proporcionan alimento, cavidades y copas de árboles para nidos, las ardillas son excelentes indicadores de las condiciones de los bosques. La importancia ecológica de las ardillas arborícolas radica en la estrecha relación con asociaciones vegetales particulares ya que no solo consumen una gran cantidad de flores, frutos y semillas, sino que pueden ser partícipes en la polinización y dispersión de estas, por lo que contribuyen a la propagación de las especies de plantas de las que se alimenta (Valdés, 2003; Jiménez-Flores *et al.*, 2020). Así mismo, las ardillas arborícolas son esenciales dentro de las cadenas tróficas ya que son una fuente de proteína para aves de presa (halcones, águilas) así como para otros carnívoros menores (zorro, gato montés, tejón, comadreja) e incluso de algunos reptiles como serpientes de cascabel, por lo que representa un importante papel ecológico en las comunidades naturales (Valdés, 2003). Dado que *S. aureogaster* es la especie con mayor distribución en el país y presenta una dieta variada, beneficiándose de la perturbación del hábitat, es necesario llevar a cabo estudios que ayuden a comprender las estrategias empleadas por esta especie para adaptarse y utilizar el hábitat disponible. Este trabajo aporta información relevante sobre la ecología y etología de la ardilla gris en un área periurbana en la Planicie Costera del Pacífico de Oaxaca.

5. HIPÓTESIS

- a. El tamaño de las poblaciones de la ardilla gris está relacionado directamente con la disponibilidad de recurso alimenticio (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2012), por lo que se espera mayor abundancia de la ardilla gris en áreas con vegetación que le proporcione alimento.
- b. Debido a que la ardilla gris se distribuye en una amplia variedad de comunidades de plantas (Koprowski *et al.*, 2017), se espera una distribución uniforme de *S. aureogaster* en toda el área de estudio.
- c. *S. aureogaster* presenta una dieta generalista y una alta tolerancia a la transformación del hábitat (Valdéz-Alarcón & Téllez-Girón, 2005), por lo que se espera que su dieta esté basada en frutos y semillas de árboles nativos e introducidos.
- d. La ardilla gris ocupa la mayor parte de su tiempo activo viajando y alimentándose (Ramos-Lara & López-González, 2017), por lo que se espera que estos comportamientos sean los más frecuentes durante el día.

6. OBJETIVO GENERAL

Identificar algunos aspectos ecológicos y etológicos de la ardilla gris *Sciurus aureogaster* en un área periurbana de Puerto Escondido, Oaxaca.

6.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Estimar la abundancia de *S. aureogaster*.
2. Conocer la distribución espacial de la ardilla gris.
3. Comprender la relación de factores bióticos y abióticos asociados a *S. aureogaster*.
4. Identificar el hábito alimenticio de la ardilla gris.
5. Analizar el comportamiento de la ardilla gris.

7. METODOLOGIA

7.1. Área de estudio

El área de estudio fue la Universidad del Mar (UMAR), la cual se localiza en la ciudad de Puerto Escondido, en la Planicie Costera del Pacífico de Oaxaca. La entrada principal a la universidad se localiza en el kilómetro 238 de la carretera federal 131 Puerto Escondido-Sola de Vega. La Universidad del Mar se ubica entre las coordenadas 15°53'20.69''N - 97°4'43.57''O y 15°53'29.63''N – 97°4'20.56''O; su altura oscila entre los 74 y 90 msnm (Figura 1).

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), el clima en el área es cálido subhúmedo con lluvias en verano e invierno seco $A_{w_0}(w)(i')$. La temperatura media anual varía de 22° a 28°C, el mes más cálido es mayo con 33°C y el más frío es enero con 22°C, la humedad relativa promedio es de 84% (INEGI, 2008). La región se caracteriza por una época seca de noviembre a abril, otra de lluvias de mayo a octubre y un período de canícula entre julio y agosto. La precipitación media anual es de 795.2 mm (Trejo, 2004).

La Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, tiene una superficie de 13.3 hectáreas. El sitio está caracterizado por un mosaico de vegetación secundaria de selva baja caducifolia con elementos de vegetación primaria y algunas plantas introducidas (Bojorges & García, 2013). Entre las plantas de la vegetación secundaria se encuentran especies nativas como: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (cacahuananche), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásimo), *Acacia farnesiana* L. (huizache), *Coccoloba barbadensis* Jacq. (roble de la costa), *Leucaena leucocephala* Lam. (guaje), *Acacia cornígera* (L.) Willd. (cornezuelo), *Spondias purpurea* L. (ciruela), *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. (macuil), *Pterocarpus acapulcensis* Rose. (palo de rosa), *Swietenia humilis* Zucc (caoba del pacífico), *Thevetia ovata* (Cav.) A.DC. (árbol de cascabeles), *Bucida macrostachya* Standl. (cacho de toro), *Jacquinia pungens* A. Gray (lengua de gallo), *Ehretia tinifolia* L. (frutillo) (Mendoza, 2020).

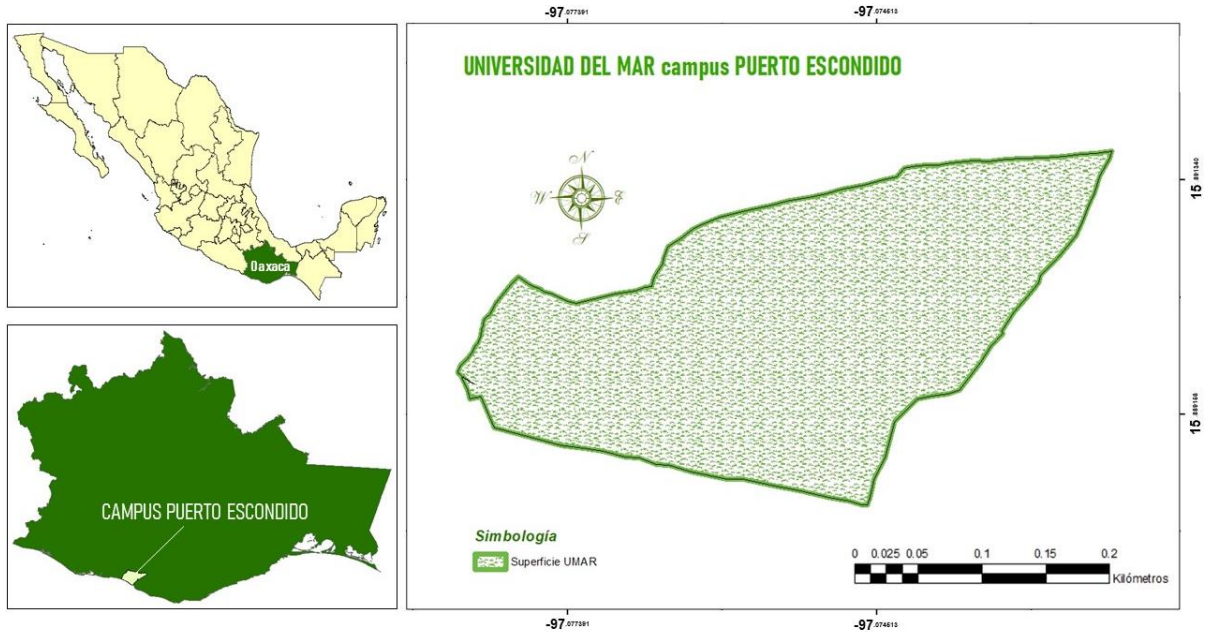


Figura 1. Ubicación geográfica del campus Puerto Escondido de la Universidad del Mar.

Asimismo, el área de estudio cuenta con plantas de especies introducidas como: *Spathodea campanulata* Beauv. (tulipán africano), *Ficus* sp. (higos silvestres), *Azadirachta indica* A. Juss. (neem), *Delonix regia* (Bojer) Raf. (framboyán de Madagascar), *Terminalia catappa* L. (almendro malabar), *Mangifera indica* L. (mango), *Jacaranda mimosifolia* D. (jacaranda), *Tamarindus indica* L. (tamarindo) y *Cassia fistula* L. (lluvia de oro) (Mendoza, 2020). En el campus existen 40 instalaciones, entre las cuales están: tres institutos, ocho laboratorios, dos unidades administrativas y 27 áreas de servicio.

7.2.1. Muestreo de ardillas

El trabajo de campo incluyó seis muestreos mensuales, llevados a cabo desde diciembre de 2022 a mayo de 2023. En cada muestreo se realizaron observaciones durante cinco días cada mes. El área de estudio fue dividida en tres zonas de un área similar (Figura 2). En cada zona se realizaron transectos que fueron recorridos una vez al día, en tres horarios. Los horarios de muestreo fueron divididos en matutino (desde el amanecer hasta el mediodía) y vespertino (desde el mediodía hasta antes de anochecer). De acuerdo a la actividad reportada para la ardilla gris (Ramos-Lara & Cervantes, 2011), se consideraron dos muestreos en el horario matutino: el primero desde el amanecer hasta dos horas después

(matutino 1); el segundo, dos horas y media antes del mediodía (matutino 2); el tercer muestreo (vespertino), dos horas y media antes de oscurecer. El recorrido en cada transecto duró hora y media en cada horario; cada transecto fue de longitud y anchura variable (Gurnell *et al.*, 2009; Bautista-Zúñiga, 2011). En cada recorrido, el orden de muestreo de los transectos fue aleatorizado, así como el punto de inicio y el final de cada transecto.



Figura 2. Mapa del campus Puerto Escondido de la UMAR, división de zonas con líneas rojas. Datos proporcionados por la Coordinación de Promoción y Desarrollo de la UMAR.

7.2.2. Aspectos ecológicos de la ardilla gris

7.2.2.1. Abundancia y distribución espacial

Para la búsqueda y conteo de las ardillas se recorrió cada transecto, una vez ubicado los individuos, se observaron con la ayuda de un monocular Gosky Titan 12 x 50 (Gosky optics). Cada ardilla registrada fue georreferenciada con un GPS GPSmap 76CSx (Garmin) para conocer su distribución espacial.

7.2.2.2. Relación con los factores bióticos y abióticos

En cada sitio donde se observó a la ardilla gris, se midió la humedad relativa y temperatura promedio ambiental con un termohigrómetro digital (Oakton). En cada punto de registro se realizó la medición de las variables: altura máxima y mínima a la cual se registró a la ardilla, número de árboles, número de arbustos, altura (con el uso de postes ensamblados de aluminio anodizado), circunferencia del tallo a la altura de 1.3 m (CAP) (usando una

cinta métrica) y cobertura (con un densiómetro cóncavo, Forestry Suppliers) en un área de 100 m² tomando como el centro el árbol donde se registró la ardilla gris (Figura 3).

7.2.3 Aspectos etológicos de la ardilla gris

Para cada individuo observado de ardilla gris, se realizó el muestreo de tipo focal durante 10 minutos, con el monocular Gosky Titan 12 x 50 (Gosky optics). Los comportamientos de las ardillas se grabaron con un teléfono celular adaptado al monocular (Figura 4). Los comportamientos se clasificaron de acuerdo a la propuesta de Zerda (2004), en las siguientes categorías: alimentación (AL), forrajeo (F), descanso (D), alerta (A), acicalamiento (AC), desplazamiento (DS), exploración (EX), correr (C), persecución (P), defensa (DF), anidamiento (AN) y otra (O) (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las categorías comportamentales, de acuerdo a la propuesta de Zerda (2004).

CATEGORÍA COMPORTAMENTAL	DESCRIPCIÓN
Alimentación (A)	Hace referencia al comportamiento de ingesta de alimentos.
Forrajeo (F)	Búsqueda de alimento u otros recursos, que incluye la exploración, la selección y la manipulación del alimento o sustrato.
Descanso (D)	Estado letárgico. Incluye dormir o descansar por largos o cortos periodos de tiempo.
Alerta (A)	Posiciones de alerta frente a algún evento.
Acicalamiento (AC)	Cuidado corporal, con o sin objetos.
Desplazamiento (DS)	Comportamiento relacionado con la locomoción o movimiento del individuo sobre el suelo o las ramas.
Exploración (EX)	Tiene en cuenta todos los comportamientos de búsqueda de refugio o reconocimiento de su entorno.
Correr (C)	Desplazamiento a una velocidad mayor donde las patas se alternan en el aire y tocan el suelo.
Persecución (P)	Actividad predatoria que implica la locomoción.

Tabla 1. Continuación

Defensa (DF)	Mecanismos empleados en situaciones de amenaza.
Anidamiento (AN)	Conducta de los adultos durante el periodo de anidación (incluye construcción, los materiales y el efecto del nido sobre el comportamiento).
Otra (O)	<ul style="list-style-type: none">• Social: incluye los comportamientos entre dos o más individuos.• Entra y salir del nido.• Vocalizaciones: sonidos guturales realizados en diferentes posiciones del cuerpo.



Figura 3. Medición de variables bióticas en el campus Puerto Escondido de la UMAR.

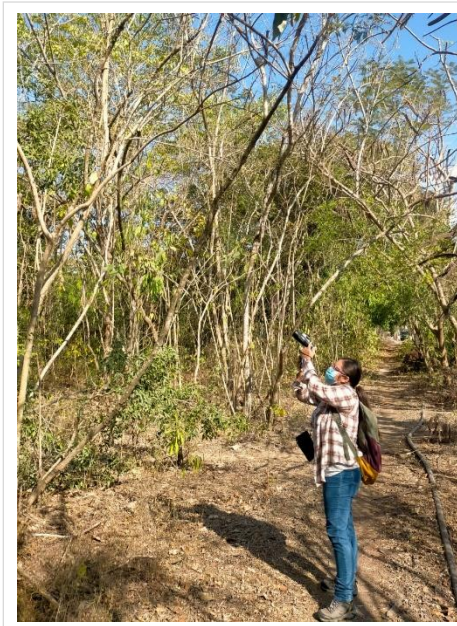


Figura 4. Observación de *S. aureogaster* en el campus Puerto Escondido de la UMAR.

7.3. Análisis estadísticos

Las diferencias en el horario de actividad y la distribución espacial de la ardilla gris durante los meses de observación se analizaron mediante la prueba de Kruskal Wallis, debido a que los datos no cumplieron con la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk). Para identificar los factores que explican las relaciones entre variables bióticas y abióticas (altura, circunferencia del tallo a la altura de 1.3 m (CAP), cobertura, altura mínima y máxima a la cual se registró a la ardilla, número de árboles, número de arbustos, número de nidos, presencia de frutos, temperatura y humedad relativa) con la abundancia de la ardilla gris, se utilizó un análisis de componentes principales (PCA) con datos estandarizados. Para determinar el número de componentes principales se tomó en cuenta el criterio del porcentaje citado por Cuadras (2014), considerando un porcentaje de variabilidad de al menos 80%. La relación de los factores principales (variables independientes) con la abundancia de la ardilla gris (variable dependiente) se analizó mediante el modelo lineal generalizado (GLM). Para la selección del modelo más parsimonioso entre la abundancia de la ardilla gris y los factores principales, se utilizó el criterio de Información de Akaike (AIC) donde el menor valor indicó el modelo de mejor ajuste, las diferencias de AIC (Δ^{AIC}) para ordenar los modelos según su calidad siendo el mejor modelo siempre $\Delta^{AIC} = 0$, los pesos de AIC (W^{AIC}) como mecanismo para cuantificar la calidad de la selección de los modelos y la probabilidad relativa del modelo ($L(g_i | x)$) para estimar la probabilidad condicional del modelo dado los datos (Burnham & Anderson, 2002; Martínez *et al.*, 2009). Los resultados se consideraron significativos con una $P < 0.05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (R Core Team 2016).

8. RESULTADOS

8.1. Aspectos ecológicos de la ardilla gris

8.1.1. Abundancia

Con un esfuerzo de muestreo de 135 horas, se registraron 254 ardillas grises. La mayor abundancia se observó en diciembre ($n = 50$) y marzo ($n = 50$), mientras que el mes con menor número de registros fue mayo ($n = 34$; Figura 5).

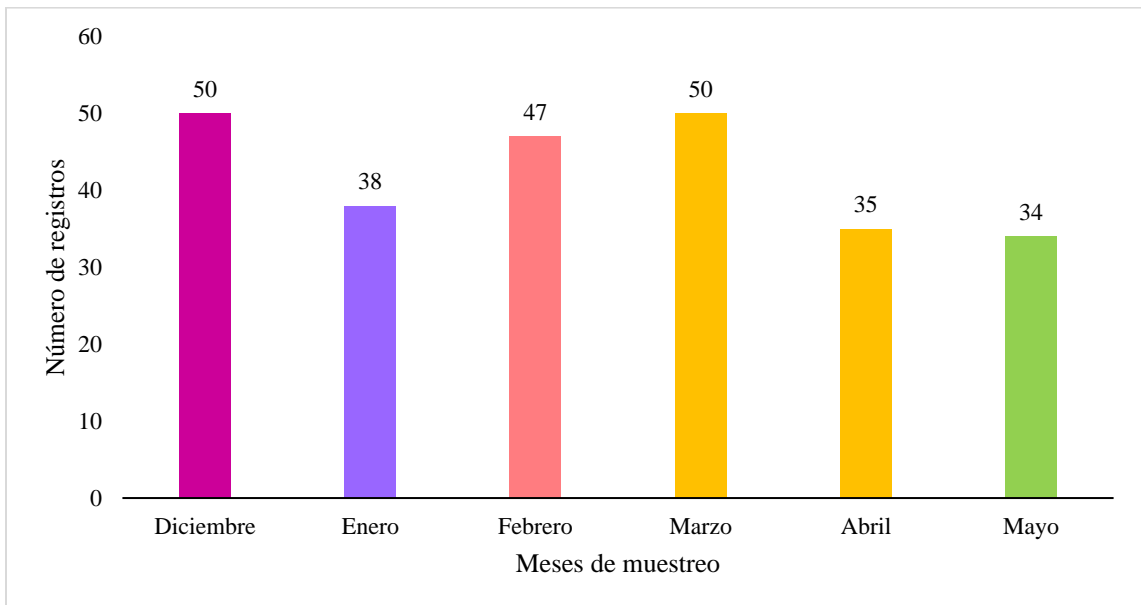


Figura 5. Número de registros de *S. aureogaster* por mes de muestreo.

Sciurus aureogaster tuvo mayor actividad en el horario matutino 1 (las primeras horas del día) ($n = 113$) seguido del horario matutino 2 (dos horas y media antes del mediodía) ($n = 74$). En el horario vespertino (dos horas y media antes de oscurecer) hubo la menor actividad ($n = 67$; Figura 6). Con respecto a la temperatura promedio y la humedad relativa registradas en cada horario de muestreo, en el matutino 1 se registró una temperatura promedio de 29.11°C y una humedad promedio de 62%. En el matutino 2 se registró una temperatura promedio de 33.08°C y una humedad relativa de 48%. De igual forma en el horario vespertino se registraron valores promedio de temperatura de 32.94°C y humedad de 54.28%.

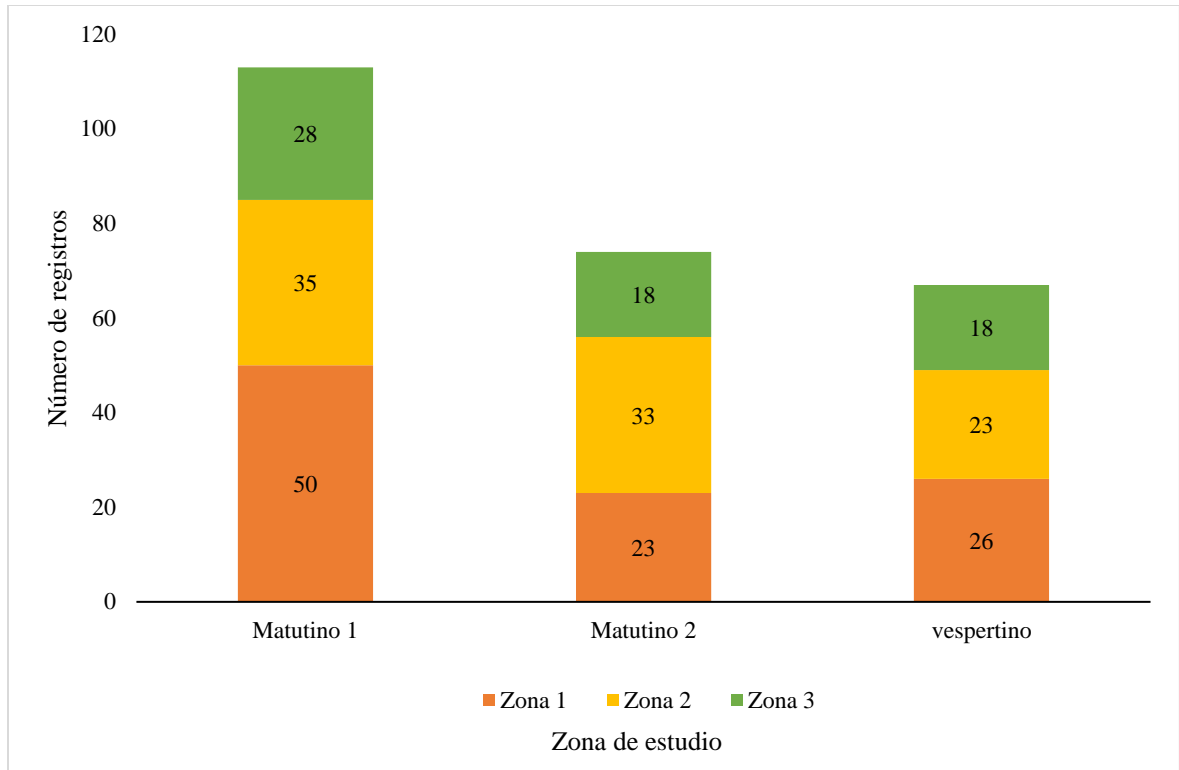


Figura 6. Número de registros de *S. aureogaster* por horario de muestreo y zona.

8.1.2. Distribución espacial

El mayor número de registros de la ardilla gris se encontró en la zona dos ($n = 96$) y uno ($n = 93$), zonas con mayor presencia de actividad antropogénica (afluencia de personas, presencia de edificaciones y presencia de especies introducidas tanto de plantas como de animales); a diferencia de la zona tres la cual se caracteriza por presentar áreas con mayor cobertura vegetal secundaria de selva baja caducifolia donde se encontraron 64 individuos de ardilla gris (Anexo 1). No hubo diferencias significativas entre el horario de actividad y la distribución espacial ($H = 1.5$, $gl = 2$, $p = 0.477$).

8.1.3. Relación de factores bióticos y abióticos asociados a *S. aureogaster*

La evaluación de las variables independientes (siete variables bióticas y cuatro abióticas) indicó que la varianza fue explicada por los primeros seis componentes (85.08%; Anexo 2). El primer componente se asoció negativamente con la temperatura promedio y la altura máxima a la que se registró la ardilla gris. El segundo componente tuvo relación positiva con el número de nidos. El tercer componente tuvo asociación positiva con el número de

arbustos. El cuarto componente presentó una relación positiva con el CAP y una asociación negativa con la presencia de frutos. El quinto componente se asoció negativamente con el número de árboles. El sexto componente presentó una relación negativa con la altura de los árboles (Figura 7).

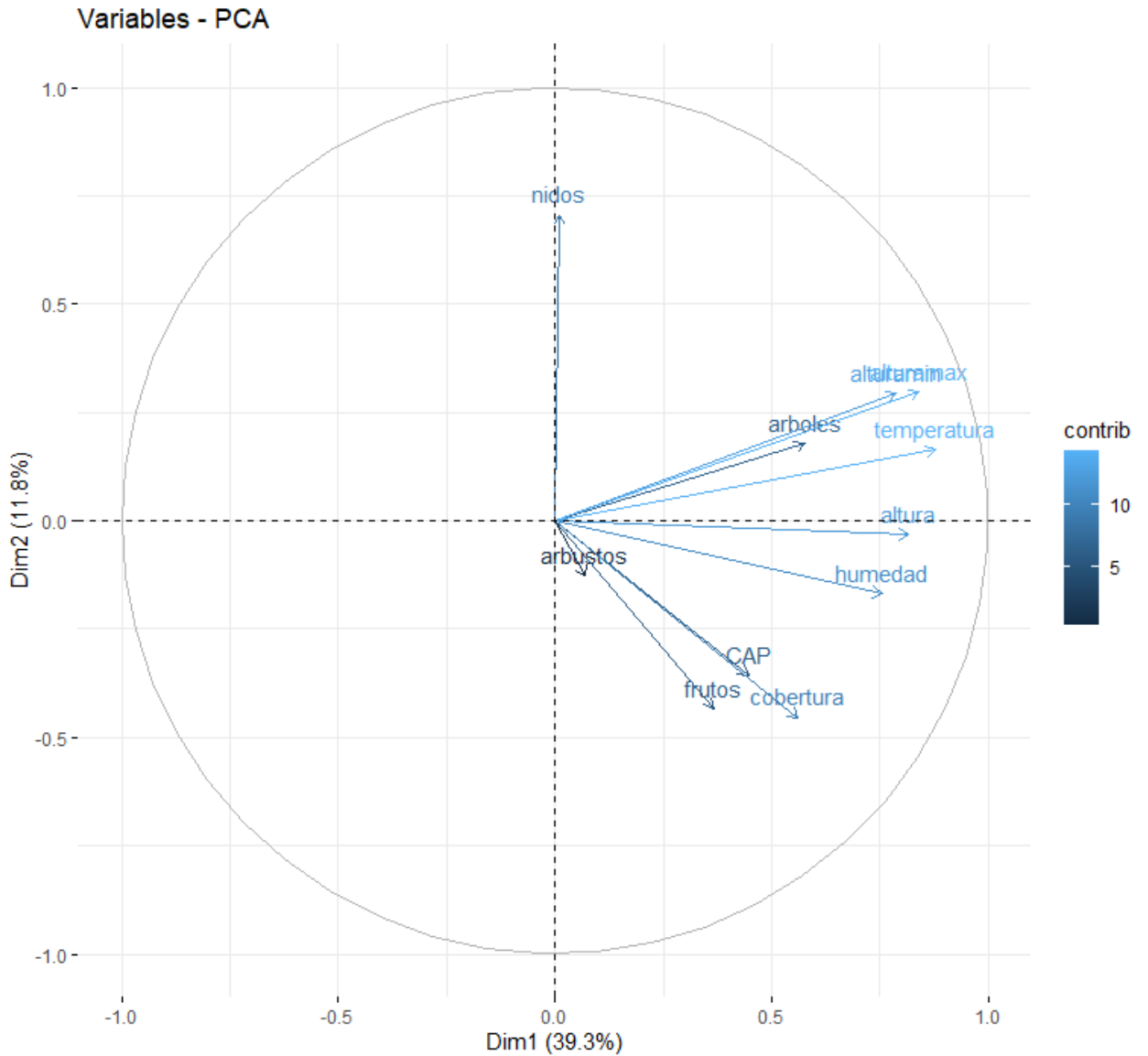


Figura 7. Contribución de los primeros componentes principales con respecto a las variables bióticas y abióticas.

Mediante una aproximación por modelos lineales generalizados, se elaboraron 11 modelos predictivos para explicar el efecto de las variables asociadas a los seis componentes con la abundancia de la ardilla gris (Tabla 2). El modelo con el mejor ajuste agrupó a todas las variables introducidas como predictores (variables temperatura, altura máxima, número de nidos, número de arbustos, CAP, presencia de frutos, número de árboles y altura de los árboles) con un $R^2 = 0.49$. De igual forma, de acuerdo al valor matemático de Akaike (AIC), el modelo más parsimonioso entre la abundancia de la ardilla gris y los factores principales fue aquel que contempló los seis componentes principales (AIC = 290.81, Delta de AIC (Δ^{AIC}) = 0, $L(gi | x) = 1$ y peso de Akaike (W^{AIC}) = 0.13). Asimismo, el componente principal 1 y 6 presentaron una relación negativa significativa con la abundancia de la ardilla gris, a diferencia del componente principal 3 que presentó una relación positiva significativa (Tabla 3).

Tabla 2. Resumen de los 11 modelos lineales generalizados para determinar el efecto de las variables asociadas de los factores principales sobre la abundancia de *S. aureogaster*. Se señala en negritas el mejor modelo del conjunto.

Modelos	k	AIC	Δ^{AIC}	$L(gi x)$	W^{AIC}
abundancia~pc1+pc2+pc3+pc4+pc5+pc6	7	290.807	0	1	0.344
abundancia~pc1+pc2+pc3	4	291.072	0.265	0.876	0.301
abundancia~pc1+pc5+pc6	4	291.521	0.714	0.699	0.240
abundancia~pc1	2	293.014	2.206	0.332	0.114
abundancia~pc3	2	321.807	31	1.8554E-07	6.38053E-08
abundancia~pc4+pc2+pc3	4	323.764	32.957	6.9732E-08	2.39804E-08
abundancia~pc6	2	324.421	33.613	5.023E-08	6.6498E-09
abundancia~pc2	2	324.701	33.894	4.3659E-08	1.50141E-08
abundancia~pc5	2	325.299	34.492	3.2365E-08	1.11299E-08
abundancia~pc4	2	326.224	35.417	2.0388E-08	7.0114E-09
abundancia~pc4+pc5+pc6	4	327.101	36.294	1.3148E-08	4.52147E-09

Tabla 3. Estimador de los factores principales, error estándar y probabilidad para el modelo de mejor ajuste para la abundancia de la ardilla gris (*S. aureogaster*).

PCA	Estimador	Error estándar	z	Pr (> z)
			11.619	< 2e-16 ***
PC1	-0.32354	0.07164	-4.516	6.3e-06 ***
PC2	-0.05470	0.06209	-0.881	0.3784
PC3	0.13527	0.05658	2.391	0.0168 *
PC4	-0.04418	0.06098	-0.725	0.4687
PC5	0.07618	0.07017	1.086	0.2776
PC6	-0.156198	0.08084	-1.932	0.0533 .

Códigos de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

8.1.4. Hábito alimentario

Se obtuvieron 78 registros alimentarios de *S. aureogaster* pertenecientes a 15 especies (Figura 9), agrupadas en 15 géneros y 10 familias. Los frutos con mayor frecuencia fueron *Spathodea campanulata* (16%), *Terminalia catappa* (14%), *Cassia fistula* (12%) y *Spondias purpurea* (10%). De siete especies se obtuvo menos del 5% de registro (Tabla 4).

Tabla 4. Elementos de la dieta de la ardilla gris (*S. aureogaster*).

Familia / Especie	Nombre común	Componente alimenticio	Frecuencia relativa (%)
Anacardiaceae			
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Fruto / Semilla	6
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela criolla	Fruto / Semilla	10
Bignoniaceae			
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Tulipán africano	Semilla	16
Combretaceae			
<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra	Fruto / Semilla	14

Tabla 4. Continuación.

Fabaceae			
<i>Acacia globulifera</i> Saff.	Cornezuelo	Semilla	6
<i>Cassia fistula</i> L.	Lluvia de oro asiática	Semilla	12
<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Framboyán	Semilla	8
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guamúchil	Fruto / Semilla	4
Loranthaceae			
<i>Struthanthus</i> sp.	Muérdago	Fruto	4
Malvaceae			
<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn	Ceiba	Fruto / Semilla	2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote	Semilla	4
Malpighiaceae			
<i>Byrsonima crassifolia</i> L. Kunth.	Nanche	Fruto / Semilla	6
Meliaceae			
<i>Azadirachta indica</i> (Juss).	Neem	Fruto / Semilla	4
Moraceae			
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	Fruto / Semilla	2
Simaroubaceae			
<i>Simarouba glauca</i> DC.	Aceituno	Fruto	2

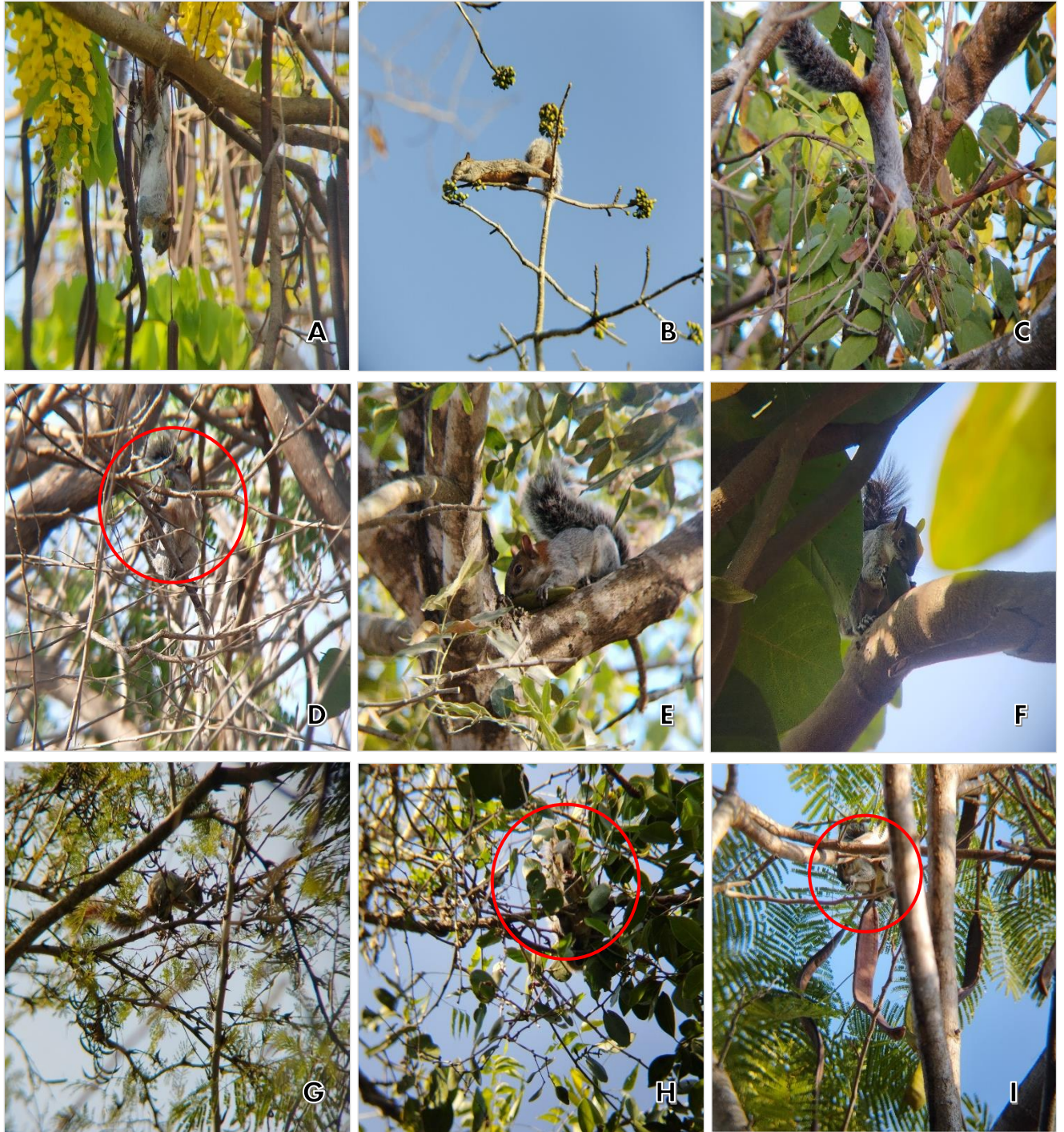


Figura 8. Fotografías de la ardilla gris consumiendo: A. Lluvia de oro asiática (*C. fistula*); B. Ceiba (*C. pentandra*); C. Caulote (*G. ulmifolia*); D. Ciruela criolla (*S. purpurea*); E. Tulipán africano (*S. campanulata*); F. Almendra (*T. catappa*); G. Cornezuelo (*A. globulifera*); H. Muérdago (*Struthanthus* sp.); I. Framboyán (*D. regia*). Se señala dentro de círculos rojos a los individuos de *S. aureogaster*.

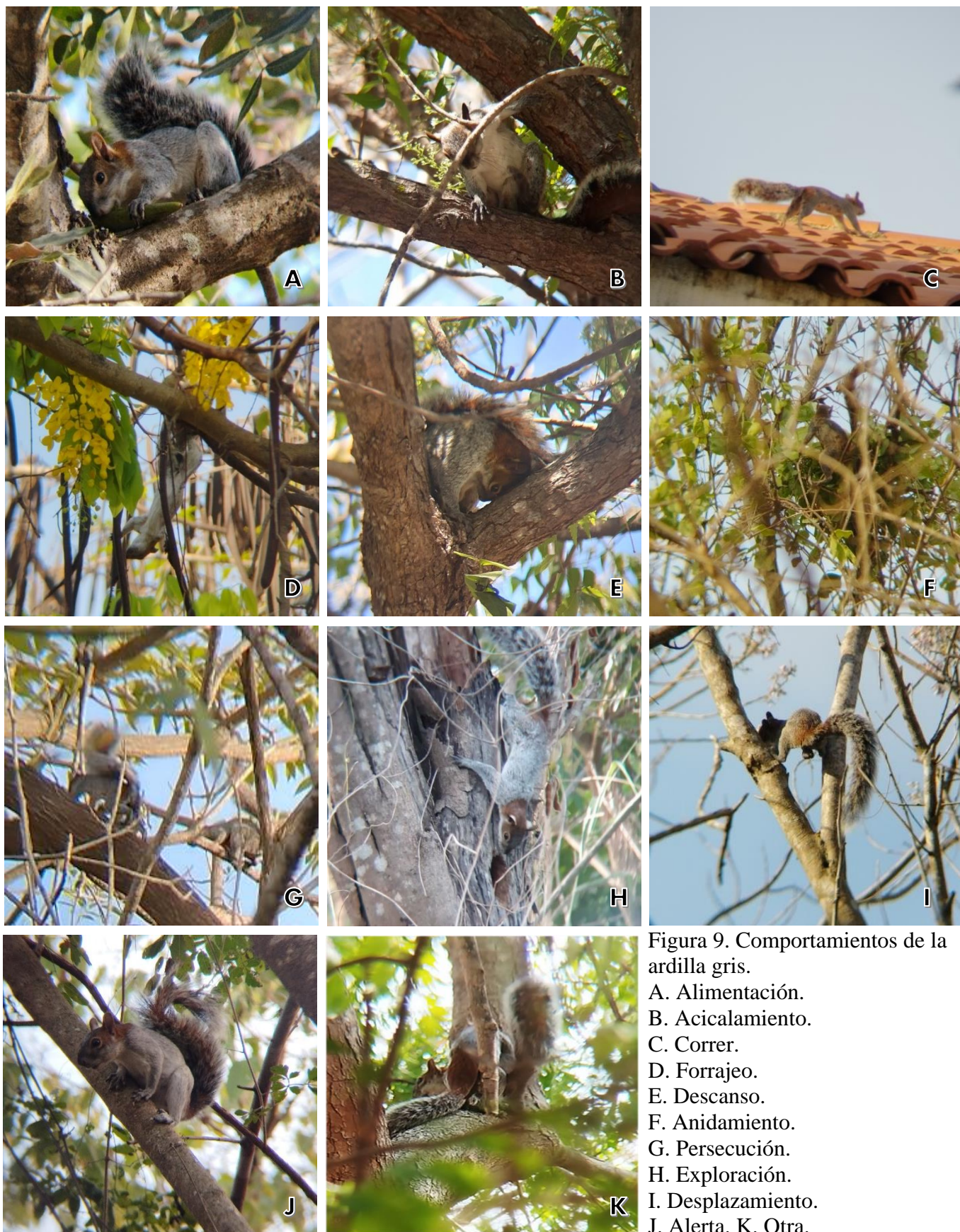


Figura 9. Comportamientos de la ardilla gris.
 A. Alimentación.
 B. Acicalamiento.
 C. Correr.
 D. Forrajeo.
 E. Descanso.
 F. Anidamiento.
 G. Persecución.
 H. Exploración.
 I. Desplazamiento.
 J. Alerta. K. Otra.

8.2. Aspectos etológicos de la ardilla gris

Se obtuvieron 368 registros sobre el comportamiento de *S. aureogaster*, los cuales se agruparon en 12 tipos (Figura 9). El patrón conductual con mayor número de registros fue correr ($n = 102$), seguido por alimentación ($n = 78$), mientras que los patrones de alerta y persecución ($n = 7$) y defensa ($n = 1$) tuvieron menor número de registros (Figura 10).

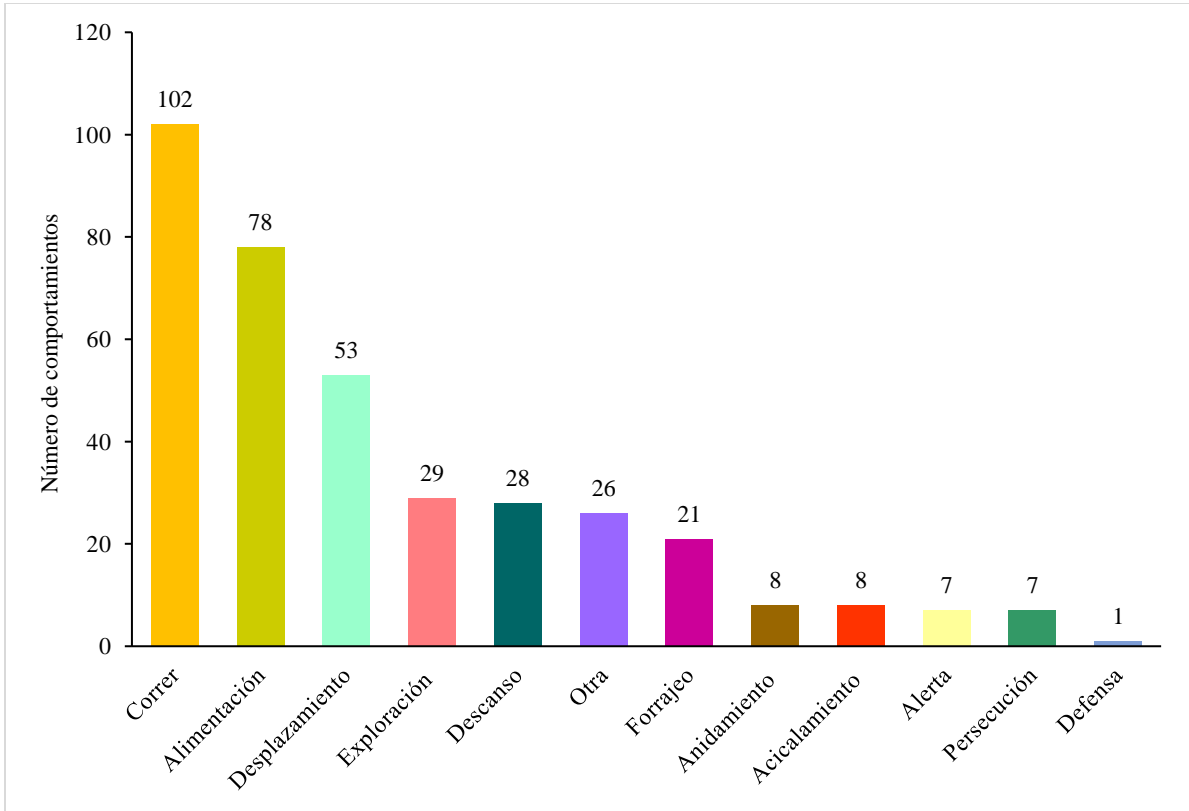


Figura 10. Número de registros de *S. aureogaster* por comportamiento.

La ardilla gris dedicó la mayor parte de su tiempo en promedio a actividades como la alimentación y anidamiento ($n = 6:01$ minutos), seguido por el descanso ($n = 5:23$ minutos), mientras que los patrones conductuales a los que destinó menos tiempo fueron la persecución ($n = 00:54$ segundos) y la defensa ($n = 00:20$ segundos; Figura 11).

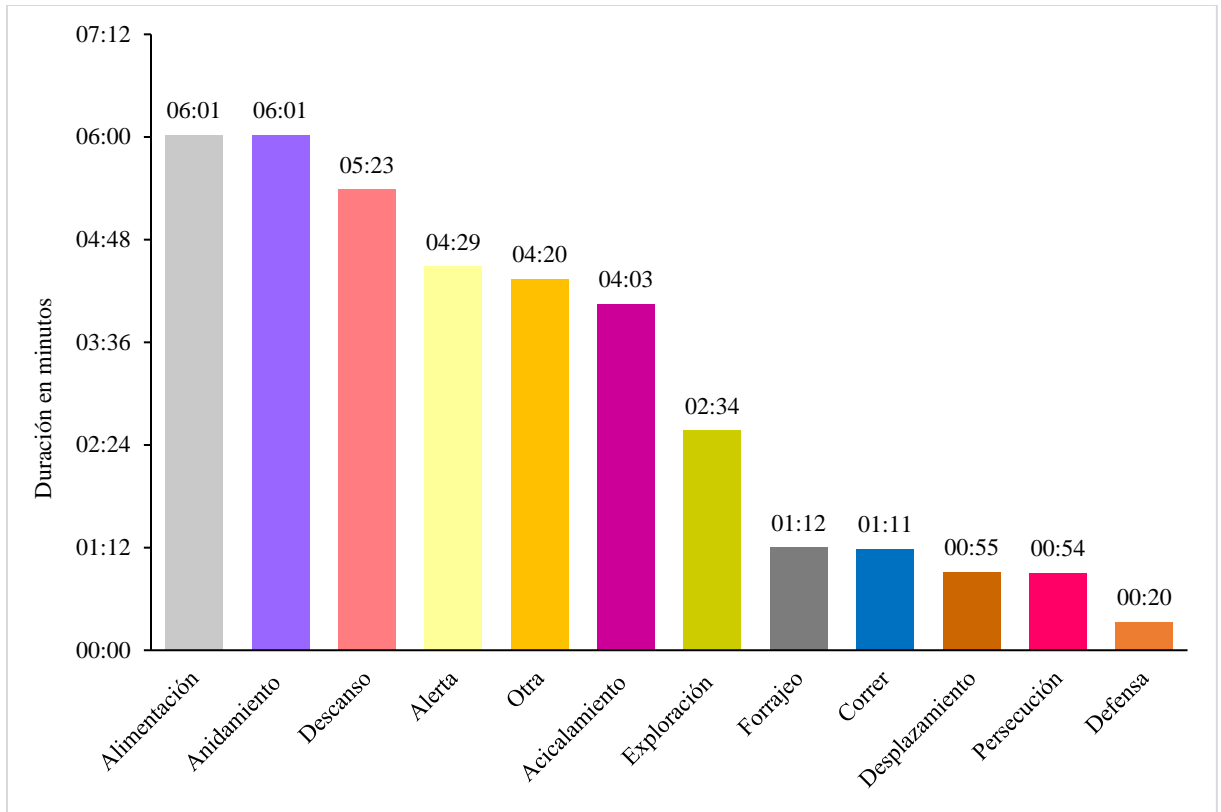


Figura 11. Duración de patrones conductuales de *S. aureogaster*.

9. DISCUSIÓN

9.1. Aspectos ecológicos de la ardilla gris

9.1.1. Abundancia

Durante el trabajo de campo se obtuvieron 254 registros de ardilla gris (*S. aureogaster*), en un área periurbana de Puerto Escondido, Oaxaca. Durante los seis meses de muestreo, el mayor número de registros ocurrió en diciembre y marzo, mientras que en mayo se obtuvo el menor número. La diferencia en el número de registros de *S. aureogaster* entre los meses de muestreo sugiere una posible incidencia de los factores ambientales sobre esta especie. El registro bajo de ardillas en algunos meses podría explicarse por la temperatura, mayo fue el mes más caluroso con una temperatura promedio registrada en el termohigrómetro de hasta 33.7°C. De acuerdo con CONAGUA (2024), el año 2023 fue el año más cálido registrado a escala mundial en comparación con los últimos 174 años de observaciones; se registró un valor superior de +1.79°C respecto al promedio, lo cual supera los niveles preindustriales por +1.5°C. Con respecto a México, el promedio de la temperatura media nacional estuvo 1.3°C por arriba del promedio climatológico, las temperaturas fueron más cálidas que el promedio en todo el año, excepto en febrero y diciembre (CONAGUA, 2024). Además, estudios previos han reportado que los factores atmosféricos (temperatura y humedad del aire, viento, precipitación y radiación solar) tienen un efecto permanente sobre los animales y actúan de dos formas: primero, por la interacción directa con la piel y la cobertura (pelo o lana) y; segundo, afectando los receptores nerviosos que se encuentran en la piel o en la retina del ojo (Saravia & Cruz, 2003). De acuerdo con Bozinovic y Canals (2007), la temperatura ambiente es una de las condiciones ambientales más importantes y tiene profundas consecuencias sobre la energética animal, afectando directa o indirectamente los límites de distribución y las abundancias de las especies.

Como se esperaba, la abundancia de la ardilla gris estuvo relacionada con la disponibilidad de alimento, esta asociación fue revelada por el cuarto componente principal. Se ha considerado que la abundancia y el tamaño de la población de los roedores, específicamente de las ardillas, se encuentra relacionada directamente con la disponibilidad inmediata de recursos alimenticios (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2012). Algunos estudios han demostrado que la existencia y disponibilidad de alimento suficiente favorece la sobrevivencia de las crías y el rápido crecimiento de las poblaciones de ardillas arborícolas

(Hidalgo-Mihart *et al.*, 2012; Montero, 2012; García-Guzmán y Hernández-Guzmán, 2015). Se ha reportado que, para los roedores tropicales y subtropicales, la disponibilidad de alimento está regulada por factores ambientales, por lo que la dinámica de sus poblaciones responde a la variabilidad climática y es de esperarse que su abundancia se modifique de acuerdo a la variación en la disponibilidad de recursos (Previtali *et al.*, 2009).

A diferencia de lo que se esperaba, la abundancia de la ardilla gris también presentó una relación significativa con la temperatura promedio, la altura de los árboles y el número de arbustos; relación explicada por el modelo lineal generalizado. Resultados similares a los encontrados en este estudio fueron reportados por Ramos-Lara y Cervantes (2011), quienes documentaron la incidencia de los factores ambientales (temperatura ambiente) en la actividad de *S. aureogaster*, la cual disminuyó notablemente en los días calurosos y soleados; fueron más activas por la mañana y antes del atardecer en un bosque de encino y pino al sur de Pátzcuaro, Michoacán. Asimismo, Mora-Ascencio *et al.* (2010) también señalaron la reducción de actividad por parte de la ardilla gris en las horas más calurosas del día en casi todas las temporadas del año, en los viveros de Coyoacán al sur de la Ciudad de México. De igual forma, se han observado resultados similares en la ardilla terrestre *Spermophilus mexicanus* en el Parque Nacional Zoquiapan, Estado de México (Valdez-Alarcón, 1988); y en otras especies de ardillas arbóreas del género *Sciurus*, como *S. nayaritensis* en los bosques montañosos del sureste de Arizona (Koprowski & Corse, 2005); *S. oculatus* en un bosque de coníferas y encinos al sur del estado de Hidalgo; y *S. vulgaris* en un bosque de coníferas al noroeste de España (Tobajas *et al.*, 2023).

9.1.2. Distribución espacial

A diferencia de lo que se esperaba, *S. aureogaster* se distribuyó principalmente en las zonas de mayor perturbación antropogénica. En estas áreas se encuentra el mayor número de edificaciones de la universidad. En términos de diseño, la configuración física de las instalaciones de la UMAR presenta pasillos angostos, sin áreas de descanso o convivencia incidental (Seara Vázquez, 2019). Los espacios entre las edificaciones favorecieron el crecimiento de árboles nativos, así como de especies vegetales introducidas que proporcionan recursos alimenticios de fácil acceso y alta disponibilidad durante la época de fructificación para varias especies. De este modo, la distribución de la ardilla gris podría

explicarse por la arquitectura de los árboles, altura, diámetro normal, refugio para los individuos jóvenes, además de las condiciones de fuente de alimento; esta asociación fue demostrada con base al análisis de componentes principales y al modelo lineal generalizado. Al igual que lo encontrado en este estudio, Montero-Bagatella *et al.* (2017) reportaron que la ardilla de Perote (*Xerospermophilus perotensis*) tuvo mayor densidad en sitios donde la estructura de la vegetación le proporcionó más recursos de protección, avistamiento a depredadores y alimento necesario. De acuerdo con la regla de igualación propuesta por Senft (1987), la preferencia por las distintas áreas de un ambiente es una función lineal de la abundancia relativa de las plantas preferidas de las comunidades. Es así como la distribución espacial de los animales en la naturaleza resulta de la interacción de los individuos con el ambiente y está influenciada por la presencia o ausencia de alimento, depredadores y coespecímenes (Zubizarreta, 2020).

9.1.3. Hábito alimentario

Como estaba previsto, el hábito alimentario de *S. aureogaster* estuvo relacionado con 15 especies de plantas tanto nativas como introducidas. La preferencia en el consumo de estas especies de plantas está dada posiblemente por la alta disponibilidad de frutos, semillas, flores y brotes de hojas, debido a que en su mayoría son especies que continuamente proporcionan algún recurso alimenticio. La presencia de especies vegetales introducidas y su disponibilidad como alimento suplementario antropogénico, probablemente aumenten el potencial de preferencia por parte de la ardilla gris, cubriendo así las necesidades nutricionales y aportando beneficios adicionales como refugios. Resultados similares a este estudio fueron reportados por Díaz-Alegría (2023), quien señaló que *S. aureogaster* consumió 20 especies vegetales en el jardín botánico Dr. Faustino Miranda en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; entre las cuales la almendra (*T. catappa*), mango (*M. indica*), guamúchil (*P. dulce*), ceiba (*C. pentandra*), caulote (*G. ulmifolia*) y ficus (*F. benjamina*) coincidieron con el registro de consumo de este estudio. Asimismo, Monge y Hilje (2006), reportaron que 25 especies vegetales fueron consumidas por *Sciurus variegatoides* en la Península de Nicoya en Costa Rica; la almendra (*T. catappa*), framboyán (*D. regia*), caulote (*G. ulmifolia*) y mango (*M. indica*) formaron parte de la dieta en ambos sitios. Según Tarazona *et al.* (2012) el hábito alimenticio de los animales depende no solo de la

disponibilidad de las especies o de sus estructuras vegetativas, sino también de las características particulares nutricionales (alto contenido energético u alto valor proteico). En este sentido, Cassini y Hermitte (1994), postularon tres fuerzas selectivas o metas alimentarias sobre las que estaría basada la elección de una determinada estrategia alimentaria: 1) maximización de la tasa de ingestión energética (o de la tasa de digestión) sujeta a restricciones nutricionales, 2) selección de nutrientes complementarios y 3) evitar las toxinas.

Las especies vegetales con mayor frecuencia de consumo en este estudio por parte de la ardilla gris fueron: tulipán africano (*S. campanulata*), almendra (*T. catappa*), lluvia de oro asiática (*C. fistula*) y la ciruela criolla (*S. purpurea*). En el caso del tulipán africano, este tiene un alto contenido de compuestos químicos que constituyen nutrientes para el metabolismo animal, entre los que se encuentran: una alta concentración de proteínas y minerales como el calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg), así como una alta concentración de taninos (Scull-Rodríguez *et al.*, 2021). Con respecto a la almendra, los niveles de proteína cruda de esta semilla están por encima del contenido proteico reportado para cereales como el arroz, avena, maíz, entre otros, y su contenido de grasa la sitúa dentro del grupo de alimentos que aportan cantidades significativas de grasas, razón por la cual podría ser considerada como una fuente importante de calorías en la nutrición de especies pequeñas (Arrázola *et al.*, 2008). Para el caso de lluvia de oro, en el fruto se hallan derivados cerosos y resinosos; la pulpa es comestible y rica en potasio (K), calcio (Ca), hierro (Fe) y manganeso (Mn) y contiene ácido aspártico, ácido glutámico y lisina (Patel *et al.*, 2015). Las semillas contienen proteína, glicéridos y ácidos grasos principales (ácidos palmítico, esteárico, oleico y linoleico) (Patel *et al.*, 2015). Con respecto a la ciruela criolla, la fruta aporta altas cantidades de carbohidratos, vitamina C y minerales como K y Ca, además de cantidades importantes de antioxidantes como fenoles y carotenoides; de igual forma, las frutas son buena fuente de antioxidantes o compuestos funcionales como las vitaminas, compuesto fenólicos y carotenoides (Álvarez-Vargas *et al.*, 2017). En este sentido, la selección de los recursos alimenticios por parte de la ardilla gris parece estar ligada tanto a la disponibilidad, como a la selección diferencial (valores proteicos y caloríficos) de los recursos que favorezcan el desarrollo de la especie.

Asimismo, se da a conocer por primera vez en la literatura mediante este trabajo de tesis, cinco especies de plantas que forman parte de la dieta de la ardilla gris: cornezuelo (*Acacia globulifera*), muérdago (*Struthanthus* sp.), nanche (*Byrsonima crassifolia*), neem (*Azadirachta indica*) y aceituno (*Simarouba glauca*). Con respecto al cornezuelo, se han descrito diferentes grupos de metabolitos secundarios producidos por el género *Acacia* tales como aminos, proteínas, alcaloides, aceites esenciales, aminoácidos no proteicos, cumarinas, fitoesteroles, flavonoides, entre otros; siendo así una fuente rica en nutrientes (Seigler, 2003). En el caso del fruto del muérdago, este tiene una buena actividad antioxidante y antimicrobiana debido a la presencia de flavonoides, taninos y antocianina (Ochoa, 2021). En cuanto al nanche, su fruto aporta altas cantidades de vitaminas (vitamina C, tiamina, riboflavina y niacina) y posee un alto valor nutricional por el aporte de carbohidratos solubles, fibra, minerales (como Ca y P) y elementos funcionales como catequinas, taninos y carotenoides, importante fuente de antioxidantes (Agredano-de la Garza, 2021). En lo que se refiere al neem, sus hojas, frutos y semilla contienen azadiractina, meliantriol y varios triterpenoides (o liminoides) importantes agentes antibacterianos, antifúngicos y antivirales (Parrota & Chaturvedi, 1994). Asimismo, en sus hojas y frutos se ha reportado la presencia de polifenoles y flavonoides (quercetina), fuente importante de antioxidantes; y su semilla es rica en nitrógeno y ácidos grasos como el ácido mirístico y láurico, importantes en la actividad antimicrobiana e inmunoprotectora (Parrota & Chaturvedi, 1994; Cipiran-Vásquez, 2019). En el caso del aceituno, se tiene poca información acerca de su valor nutricional; sin embargo, se ha reportado un sabor dulce pero astringente en la pulpa del fruto, y el aporte por parte de su semilla de ácidos grasos insaturados asociados con el correcto funcionamiento del metabolismo animal (Noa-Monzón, 2019).

9.2. Aspectos etológicos de la ardilla gris

Durante el estudio se registraron 368 observaciones del comportamiento de *S. aureogaster*, agrupadas en 12 categorías. Como se esperaba, los comportamientos con mayor número de registros fueron correr y alimentación, a diferencia del comportamiento de defensa que tuvo el menor número de observaciones. Si bien, las conductas o comportamientos son controladas por la presencia de determinadas señales estímulares en el entorno, estas son

el resultado de la adecuación de los organismos a su ambiente. Patrones conductuales como la alimentación, reproducción, desplazamiento, escape de depredadores, entre otros, tienen un gran valor adaptativo debido a que ayudan a los organismos a sobrevivir y perpetuar la especie (Sampedro-Marín, 2016). Con base en lo anterior, es posible que el comportamiento de correr por parte de la ardilla gris sea la respuesta a las condiciones ambientales que imperan en el campus. En este contexto, dado que la ardilla gris se ha adaptado a las condiciones antropogénicas, en las cuales se encuentran especies carnívoras domésticas como el gato (*Felis silvestris catus*) y especies omnívoras silvestres como el tlacuache (*Didelphis virginiana*), la superposición de actividades entre estas especies podría estar generando una modificación en el comportamiento de *S. aureogaster* (Tobajas *et al.* 2020). Por otro lado, Villanueva-Rodríguez (2019) reportó la presencia de especies carnívoras como el zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y la onza (*Herpailurus yagouaroundi*) en el área de estudio, especies que posiblemente están influyendo en el comportamiento de la ardilla al tratar de minimizar el riesgo de depredación debido a que esta forma parte de su dieta, lo que posiblemente estaría provocando el constante desplazamiento por parte de la ardilla gris como ha sido reportado en otros estudios (Gómez-Ortiz *et al.*, 2015; Tobajas *et al.*, 2023). Es así como la modificación de los patrones de actividad es una de las adaptaciones primarias por parte de las especies, principalmente de las presas con la finalidad de reducir los riesgos de depredación (Descalzo *et al.*, 2021). De acuerdo con lo anterior, Tobajas *et al.* (2023) reportaron la modificación del patrón de actividad de la ardilla gris en un bosque templado en la parte oriental del estado de Hidalgo, México, priorizando el impedimento temporal de depredadores de hábitos arbóreos a comparación de los de hábitos terrestres, debido a su mayor capacidad de escape por el dosel arbóreo, además de utilizar el suelo durante un corto periodo del día como adaptación para reducir el riesgo de depredación.

Con respecto al comportamiento de alimentación, la presencia y el consumo de varias especies de plantas por parte de *S. aureogaster* puede explicar este comportamiento en el área. Sin embargo, de acuerdo a Gómez y Colmenares (1994), la presencia de alimento puede provocar la ingestión por parte de un animal que no haya comido, mientras que la visión de la misma cantidad de comida puede dejar indiferente al animal si se ha alimentado hace poco. El hecho de que los animales puedan responder a los mismos estímulos de

distinta manera en función del momento en que los perciben se toma como indicio de que existen causas internas que controlan la conducta (Gómez y Colmenares, 1994). En este sentido, existe la posibilidad de que la ardilla gris se encuentre sobreexpuesta a situaciones que la comprometan a un gasto energético más alto de lo normal, estimulando así la ingesta constante de alimento. Este comportamiento puede estar explicado por el alto registro del patrón conductual de correr que se encuentra asociada a los estímulos antropogénicos y anti depredadores. En el caso de los roedores, la hormona corticosterona, es la hormona que estimula la búsqueda de alimento, es así que niveles elevados de esta hormona del estrés, puede ser indicativos de un mayor gasto energético en los individuos o de una tasa de alimentación insuficiente, permitiendo que el individuo se recupere lo más rápidamente y en la mejor condición posible (Zubizarreta, 2020).

En lo que se refiere a el comportamiento de defensa, el bajo registro de este comportamiento puede deberse a que a las ardillas generalmente son solitarias y sólo en la época de apareamiento llegan a formar grandes comunidades (Koprowski *et al.*, 2017), lo que conlleva a una baja interacción entre coespecímenes minimizando los conflictos por la ausencia de alimento o territorio e incrementando la conducta agonística por defensa de pareja o crías. Asimismo, la existencia de suficiente recurso (espacio, alimento o pareja) en el área de estudio, podría explicar el mínimo registro de la conducta de defensa por protección de territorio. Es así como el comportamiento de defensa se asocia principalmente a la competencia por recurso limitado, aunado a la evaluación de los factores ambientales y sociales por parte de los individuos que determinarán si cumplen con los requerimientos individuales para llegar a la decisión de competir o no por estos (Zubizarreta, 2020).

De igual manera, se registraron comportamientos como la interacción entre individuos, el entrar y salir del nido y la vocalización de llamados. En lo que respecta a la interacción entre individuos, este comportamiento se observó principalmente en individuos jóvenes de *S. aureogaster*, posiblemente el contacto físico sirva para establecer y mantener lazos sociales entre miembros del grupo. De acuerdo a Feldhamer *et al.* (2020), en los mamíferos el contacto físico cercano ayuda a consolidar la unión de los padres y la descendencia. Con frecuencia los jóvenes de la misma especie juegan juntos y los padres suelen unirlos, permitiendo a los jóvenes adquirir experiencia en comportamientos que

usaran como adultos ya que los juegos sociales incluyen persecuciones, huidas, luchas, patadas y mordidas suaves. En cuanto al comportamiento de entrar y salir del nido, las ardillas arborícolas pueden llegar a tener un nido principal esto es en el caso de los machos y las hembras pueden llegar a construir varios nidos, utilizándolos principalmente para descansar en el día o dormir en la noche o para protegerse de depredadores (Medina-Fitoria *et al.*, 2018; Mencía, 2021). El entrar y salir del nido posiblemente esté asociado al mantenimiento de estas estructuras, debido a que Mencía (2021) reportó el mantenimiento de los nidos por *Sciurus variegatoides* al tratar de tenerlos sin comida u objetos para evitar la presencia de plagas dentro de estos.

En lo que se refiere a la vocalización de llamados, se registraron ladridos de tonos altos por parte de la ardilla gris, asociados posiblemente a la detección de otros coespecímenes en áreas específicamente con cobertura vegetal densa. Es así como la comunicación mediante sonidos es más efectiva a través de distancias largas superando las limitaciones de las señales visuales, de esta manera puede transmitirse a través de la oscuridad, de bosques densos y de agua turbia (Feldhamer *et al.*, 2020). El uso de sonidos para comunicarse también se usa con frecuencia para ayudar a resolver conflictos que surgen cuando los miembros de una especie compiten de manera directa entre ellos por recursos (Feldhamer *et al.*, 2020).

9.3. Importancia de la ardilla gris en el ecosistema

México se ha visto severamente afectado por la pérdida de bosques tropicales debido al impacto de la actividad antropogénica y por causas naturales extremas. Sin embargo, poco se reconoce el rol fundamental de la ardilla gris en el mantenimiento de la estructura de los bosques; la presencia de esta especie en áreas conservadas y con presencia de actividad antropogénica es fundamental para la repoblación vegetal del área, debido a que son eficientes dispersores de semillas por medio de la endozoocoria y la sinzoocoria, depredadores pre-dispersión al comer frutos inmaduros y reducir su fructificación, importantes en la dispersión de esporas y esenciales en la polinización de algunas especies de plantas (Tapia-Ramírez *et al.*, 2023). Además, al almacenar frutos o semillas en el suelo, modifican el terreno y contribuyen en su aereación y permeabilidad. Debido a sus habilidades, las ardillas son reconocidas como “ingenieras del ecosistema”, ya que su

trabajo transforma el ambiente en formas que favorecen a múltiples especies (Montero-Bagatella & Cervantes, 2024).

Al ser *S. aureogaster* una especie nativa y encontrarse dentro de su área de distribución natural, la disminución local de sus poblaciones daría lugar a la extinción de especies cuya dieta está basada en esta. El descenso en el número de sus individuos afectaría la regeneración de muchas especies de plantas y la preservación de los ecosistemas que habita, debido a su papel fundamental en la dispersión de semillas. Aunado a lo anterior, la modificación del hábitat de la ardilla gris con la introducción de especies de plantas originarias de otras regiones y continentes, ha disminuido la salud y funcionalidad de los bosques tropicales. Es por lo anterior, que las especies nativas a diferencia de las especies introducidas son importantes para la conformación de corredores ambientales y esenciales para mantener los ecosistemas productivos.

Es fundamental la preservación de hábitats saludables que alberguen una gran diversidad y abundancia de especies, con el objetivo de disminuir la posibilidad de que ocurra una transmisión de enfermedades de animales a humanos como consecuencia de la alteración de los ecosistemas (Montero-Bagatella & Cervantes, 2024). Debido a la poca información acerca del tamaño de la población de *S. aureogaster*, es necesario realizar un programa de monitoreo de su población tanto en sitios conservados, como en lugares con diferente nivel de perturbación, y profundizar en el conocimiento de los factores que están provocando el patrón conductual actual de la especie y las repercusiones que tendrían a nivel ecológico.

10. CONCLUSIÓN

La abundancia de la ardilla gris *S. aureogaster* estuvo influenciada por los factores atmosféricos, principalmente la temperatura, afectando el patrón de actividad de la ardilla y provocando la reducción de actividad en las horas más calurosas del día. Asimismo, características propias de la estructura de la vegetación como la altura de los árboles, el número de arbustos y la presencia de frutos tuvieron un efecto significativo en la abundancia de la ardilla.

Sciurus aureogaster presentó mayor distribución espacial en áreas con presencia de perturbación antropogénica, las cuales se caracterizaron por presentar mayor número de especies de plantas introducidas y de árboles frutales que formaron parte de su dieta y que le proporcionaron las condiciones idóneas en recursos de protección y refugio. Es así como la distribución espacial de la ardilla gris es el resultado de los procesos de adaptación a eventos continuos propios de la modificación de su hábitat influenciando así la ocupación de zonas con empobrecimiento de las comunidades vegetales.

El hábito alimentario de *S. aureogaster* estuvo relacionado con 15 especies de plantas, principalmente especies introducidas, las cuales en su mayoría aportaron esencialmente flores, frutos y semillas. El tulipán africano (*S. campanulata*), la almendra (*T. catappa*), la lluvia de oro asiática (*C. fistula*) y la ciruela criolla (*S. purpurea*) fueron las especies de mayor frecuencia de consumo.

Los principales comportamientos exhibidos por la ardilla gris fueron el desplazamiento y la alimentación, actividades importantes para el desarrollo y la subsistencia de su especie. Sin embargo, la alta disponibilidad de recursos, la superposición de actividades con otras especies, la alta tasa de conversión de su área de distribución y la notable reducción de biodiversidad parecen estar influenciando directamente su comportamiento.

11. REFERENCIAS

- Agredano-de la Garza, C., G. López-Guzmán, R. Balois-Morales, A. León-Fernández, P. Bautista-Rosales, Y. Palomino-Hermosillo, J. Jiménez-Zurita, E. Jiménez-Ruiz & P. Juárez-López. 2021. Compuestos de interés funcional del nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.). Acta Agrícola y Pecuaria 7: 13.
- Allen, A. 2003. La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo. Cuadernos del Cendes 20(53): 7-21.
- Álvarez-Vargas, J., I. Alia-Tejacal., S. Chávez-Franco., M. Colinas-León., D. Nieto-Ángel, F. Rivera-Cabrera & L. Aguilar-Pérez. 2017. Ciruelas mexicanas (*Spondias purpurea* L.) de clima húmedo y seco: calidad, metabolitos funcionales y actividad antioxidante. Interciencia 42(10): 653-660.
- Aranzana, F. 2015. Gestión de zonas verdes urbanas y periurbanas para la conservación de la biodiversidad: el caso de Vitoria-Gasteiz. Sociedad Española de Ciencias Forestales 39: 313-322.
- Arrázola, P.G., B.D. Helmoth & A.D. Yenis. 2008. Aprovechamiento de las características nutricionales del almendro de la india (*Terminalia catappa* L.) como suplemento en la alimentación animal. Revista MVZ Córdoba 13(1): 1205-1214.
- Astiazarán-Azcárraga, A., S. Gallina-Tessaro & C.A. Delfín. 2020. Patrones de actividad de mamíferos arbóreos en el trópico. Selva tropical en México. THERYA 11(2): 225-231.
- Bautista Zúñiga, F., J.L. Palacio Prieto & H. Delfín González. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2da ed., Centro de Investigaciones de Geografía Humana, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 770 pp.
- Bojorges Baños, J.C. & C. García-Estrada. 2013. Plan de manejo para la conservación de las aves y mamíferos en la Universidad del Mar, Universidad del Mar, San Pedro Pochutla, Oaxaca, 76 pp.

Bozinovic, F. & M. Canals. 2007. Fisiología ecológica de mamíferos: compromisos y restricciones en el uso de la energía. Pp: 267-287 *In*: Muñoz-Pedreros, A. & J. L. Yáñez. (eds.), Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.

Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial & M.C. Lavariega. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86(3): 685-710.

Burnham, K.P & D.R. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2a ed., Springer-Verlag, New York, 483 pp.

Carrillo-Fernández, R.S. 2015. Ecología. Fondo Editorial de la Universidad Continental, Lima, 217 pp.

Carranza, J. 1994. El ámbito de estudio de la etología. Pp: 19-24 *In* Carranza, J. (ed.), Etología: Introducción a la ciencia del comportamiento. 1a ed., Universidad de Extremadura, España.

Cassini, M. H. & G. Hermitte. 1994. Etología aplicada a la producción animal. Pp: 469-491 *In* Carranza, J. (ed.), Etología: Introducción a la ciencia del comportamiento. 1a ed., Universidad de Extremadura, España.

Ceballos, G. & G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Fondo de Cultura Económica.

Cipiran-Vásquez, M.C. 2019. Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles de hojas y fruto de *Azadirachta indica* "NEEM". Tesis de Licenciatura. Universidad católica de los ángeles de Chimbote. Escuela profesional de farmacia y bioquímica. Chimbote, Perú, 43 pp.

Coates-Estrada, R. & A. Estrada. 1986. Manual de Identificación de Campo de Los Mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas". Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 151 pp.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2024. Reporte anual del clima en México 2023. 97 pp.

Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Cuadras, C.M. 2014. Nuevos métodos de análisis multivariante. Barcelona, España, 288 pp.

Culpu-Magaña, F.G. & P. Myska. 2021. Forrajeo de *Cecropia obtusifolia* (Rosales: Urticaceae) por *Sciurus colliaei* (Rodentia: Sciuridae) en Puerto Vallarta, México. Mammalogy Notes 7(2): 268.

Descalzo, E., J. Tobajas., R. Villafuerte., R. Mateo & P. Ferreras. 2021. Plasticity in the daily activity patterns of a key prey species in the Iberian Peninsula to reduce the risk of predation. Wildlife Research 48: 481-490.

Díaz-Alegría, D.B. 2023. Hábitos alimentarios de la ardilla gris mexicana (*Sciurus aureogaster*) en vida libre en el Jardín Botánico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México, 59 pp.

Estrada, A., R. Andrómeda & R. Coates-Estrada. 2002. Predation of artificial nests in a fragmented landscape in the tropical region of Los Tuxtlas, Mexico. Biological Conservation 106:199-209.

Feldhamer, G.A., J.F. Merritt., C. Krajewski., J.L. Rachlow & K.M. Stewart. 2020. Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology. 5a ed., Johns Hopkins University Press, Maryland, 727 pp.

García, E. 1988. Los climas de México. Sistemas de Información Geográfica S. A. México, D. F. 1-16 pp.

García-Guzmán, N. & J. Hernández-Guzmán. 2015. Ocurrencia de ardillas tropicales en plantaciones de palma de coco en Paraíso, Tabasco, México. El biólogo, Lima 13(1): 35-39.

García-Martínez, R., L. H. Vicente-Rivera & B. Vicente-Rivera. 2021. *Sciurus aureogaster* (Rodentia) como visitante floral de *Agave hiemiflora* (Asparagaceae) en Chiapas, México. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C 13: 78-82.

Gómez, J.C & F. Colmenares. 1994. La causación del comportamiento: modelos clásicos y causas externas. Pp: 41-62 *In*: Carranza, J. (ed.), *Etología: Introducción a la ciencia del comportamiento*. 1a ed., Universidad de Extremadura, España.

Gómez-Ortiz, Y., O. Monroy-Vilchis & G.D. Mendoza-Martínez. 2015. Interacciones alimentarias en un conjunto de carnívoros terrestres en el centro de México. *Estudios zoológicos* 54: 1-8.

Gurnell, J., P. Lurz, R. McDonald & H. Pepper. 2009. Practical techniques for surveying and monitoring squirrels. Forestry Comisión, R. U. 11pp.

Hidalgo-Mihart, M.G., D. Jiménez & J. Bello. 2012. Densidad de la ardilla arborícola (*Sciurus aureogaster*) en plantaciones de palma de coco (*Cocos nucífera*) del estado de Tabasco, México. *Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres*: 139-149.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2008. Conjunto de datos vectoriales Unidades Climáticas, serie I, escala 1:1 000 000, México.

Jiménez-Flores, V.M., X. Flores-Leyva., F.G. Lira-Hernández., Ma.E. Mendiola-González., A. Zárate-Martínez., L.F. Vázquez & J. Charre-Medellin. 2020. Consumo de inflorescencia de maguey *Agave* Sp. (Aspargales: Asparagaceae) por la ardilla de Peters *Parasciurus Oculatus* (Rodentia: Sciuridae) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato, México. *Mammalogy Notes* 6(2): 177.

Koprowski, J.L. 2005. The response of tree squirrels to fragmentation: a review and synthesis. *Animal Conservation* 8: 369-376.

Koprowski, J.L. & M. Corse. 2005. Time budgets, activity periods and behavior of mexican fox squirrels. *Journal of Mammalogy* 86(5): 947-952.

Koprowski, J.L., A. Nieto-Montes de Oca., G. Palmer., N. Ramos-Lara & R. Timm. 2017. *Sciurus aureogaster* (Rodentia: Sciuridae). *Mammalian Species* 49(951): 81-92.

López-Arévalo, H.F., S. Gallina, R. Landgrave, E. Martínez-Meyer & L.E. Muñoz Villers. 2011. Local knowledge and species distribution models contribution towards mammalian conservation. *Biological Conservation* 144: 1451-1463.

López-Rull, I. 2014. Métodos de medición del comportamiento. Pp: 47-59 *In: Martínez-Gómez, M., R. A. Lucio & J. Rodríguez-Antolín. (eds.), Biología del comportamiento: aportaciones desde la fisiología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, México.*

Llorente, B.J & S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. In *Capital natural de México, Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. 283-322 pp.*

Malacaza, L. & F. Momo. 2002. Los ecosistemas. Pp: 28-44 *In: Malacaza, L. (ed.), Ecología general. 2a ed., Ediciones virtuales, Argentina.*

Martínez R.D., J.L. Albín., J.C. Cabaleiro., T.F. Pena., F.F. Rivera. & V. Blanco. 2009. Criterio de información de Akaike en la obtención de modelos estadísticos de rendimiento. (p 6), *In: XX Jornadas de Paralelismo, Coruña, España.*

Medina-Fitoria A., J. Martínez-Fonseca, A. Gutiérrez, E. Van den Berghe., O. Jarquín, Y. Aguirre., M. Salazar., S. Robleto., N. Toval., M. Tórrez. & F. Díaz. 2018. Las ardillas de Nicaragua (Rodentia, Sciuridae): una actualización basada en análisis fenotípico. *Revista Mexicana de Mastozoología, nueva época* 8(2): 48-80.

Mencía, B.D. 2021. Las ardillas mis vecinas ¿Cómo se han adaptado a las ciudades? Desde el herbario CICY. *Centro de investigación de Yucatán, A.C.* 13: 91-95.

Mendoza-Ruiz, L.E. 2020. Estructura y composición de la vegetación arbórea de la Universidad del Mar. Tesis de Licenciatura, Universidad del Mar, Puerto Escondido, México. 117 pp.

Monge, J. & L. Hilje. 2006. Hábitos alimenticios de la ardilla *Sciurus variegatoides* (Rodentia: Sciuridae) en la Península de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 54(2): 681-686.

- Montero, S.H. 2012. Densidad, estructura poblacional y hábitat de *Xerospermophilus perotensis* (Merriam, 1893) en el Valle de Perote, Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C.
- Montero-Bagatella, S.H., A. González-Romero., S. Gallina. & G. Sánchez-Rojas. 2017. Relación entre las características de la vegetación y las densidades de la ardilla de Perote. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 691-700.
- Montero-Bagatella, S.H. & F. Cervantes. 2024. Los roedores: animales fantásticos y dónde encontrarlos. *Revista Digital Universitaria* 25(5).
- Mora-Ascencio, P., A. Mendoza-Durán & C. Chávez. 2010. Densidad poblacional y daños ocasionados por la ardilla *Sciurus aureogaster*: Implicaciones para la conservación de los viveros de Coyoacán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 14: 7-22.
- Mougeot, F. & F. Arroyo. 2017. Respuestas comportamentales a las actividades humanas e implicaciones para la conservación. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente* 26(3): 5-12.
- Noa-Monzón, A. 2019. El género *Simarouba* Aubl. en Cuba. Centro agrícola. Universidad central “Marta Abreu” de las Villas 46(3): 67-75.
- Ochoa, C.Z. 2021. Fitoquímica y actividades biológicas de frutos de muérdago (*Psittacanthus calyculatus*). Tesis de Maestría. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional, unidad Michoacán. Instituto Politécnico Nacional, México, 64 pp.
- Odum, E.P. & G. Barret. 2006. *Fundamentos de Ecología*. 5a ed., Cengage Learning, México, 585 pp.
- Patel, A., D. Sindhu., N. Arora., R. Singh., V. Pruthi & P. Pruthi. 2015. Biodiesel production from non-edible lignocellulosic biomass of *Cassia fistula* fruit pulp using oleaginous yeast *Rhodospiridium kratochvilovae* HIMPA1. *Biorse Techn* 197(1): 91-98.

Parrotta, J.A. & A. Chaturvedi. 1994. *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, Margosa, Meliaceae. Mahogany family. New Orleans: USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry 8: 65-72.

Previtali, M.A., M. Lima., P.L. Meserve., D. Kelt & J. Gutiérrez. 2009. Population dynamics of two sympatric rodents in a variable environment: rainfall, resource availability, and predation. *Ecology* 90: 1996-2006.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales & A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21: 21-82.

Ramos-Lara, N. & F.A. Cervantes. 2007. Nest-site selection by the Mexican red-bellied squirrel (*Sciurus aureogaster*) in Michoacán, México. *Journal of Mammalogy* 88(2): 495-501.

Ramos-Lara, N. & F.A. Cervantes. 2011. Ecology of the Mexican red-bellied squirrel (*Sciurus aureogaster*) in Michoacán, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 56: 400-403.

Ramos-Lara, N. & J. Koprowski. 2014. Deforestation and knowledge gaps threaten conservation of less charismatic species: status of the arboreal squirrels of Mexico. *Mammalian Species* 78(4): 417-427.

Ramos-Lara, N. & C.A. López-González. 2017. Niche segregation between *Sciurus aureogaster* and *S. oculatus* in a disturbed forest in central Mexico. *Journal of Mammalogy* 98(6): 1780-1790.

Retana, O. & C. Lorenzo. 2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 25-49.

Rodríguez-Alonso, R. & S. Simón-Tenorio. 2016. Oportunidades en la planificación del espacio periurbano. Los casos de Aranjuez y Ciudad Real. *Bitácora Urbano Territorial* 26(1): 63-72.

- Sánchez-Cordero, V., F. Botello., J.J. Flores-Martínez., R.A. Gómez-Rodríguez., L. Guevara & G. Gutiérrez-Granados. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85 Supl: S496-S504.
- Sampedro-Marín, A. & K. Cabeza. 2010. Importancia de la conducta animal para el manejo productivo de la fauna silvestre y doméstica. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 2(1): 175-214.
- Sampedro-Marín, A.C. 2016. La etología como herramienta para la conservación de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 8: 391-399.
- Saravia, C. & G. Cruz. 2003. Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. Facultad de Agronomía. Nota Técnica 50: 36 pp.
- Seara Vázquez, M. 2019. Un nuevo modelo de universidad. 3a ed., Universidades para el desarrollo. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León. 336 pp.
- Seigler, D. 2003. Phytochemistry of *Acacia sensulato*. *Biochemical Systematics and Ecology* 31: 845-873.
- Senft, R.L. 1987. Domestic herbivore foraging tactics and landscape patterns. Pp: 137-147 *In: Provenza F. D., T. Flinders & E. D. McArthur (eds.). Proceedings of the Symposium on Plant-Herbivore Interactions* USDA Forest Service General Technical Report INT-222.
- Serrano, G.E. 2018. Efecto de la presencia de la ardilla gris *Sciurus aureogaster* (Mammalia: Rodentia) sobre la ocupación de hábitat de diversas especies de aves passeriformes dentro de la reserva ecológica del pedregal de san ángel, Ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 73 pp.
- Scull-Rodríguez, I., A. Elías-Iglesias., D. Pérez-Fuentes., L. Savón-Valdés., M. Herrera-Villafranca & N. Pompa-Castillo. 2021. Efecto de la época del año en los componentes nutricionales de *Spathodea campanulata* Beauv. *Pastos y Forrajes* 44: 1-7.
- Smith, T. & R.L. Smith. 2007. *Ecología*. 6a ed., Pearson, Madrid, 776 pp.

- Steele, M.A., G. Turner., P.D. Smallwood., J.O. Wolff & J. Radillo. 2001. Cache management by small mammals: experimental evidence for the significance of acorn-embryo excision. *Journal of Mammalogy* 82: 35-42.
- Tarazona, A. M., M.C. Ceballos., J.F. Naranjo & C.A. Cuartas. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25: 473-487.
- Tapia-Ramírez, G., C. Lorenzo., I. Hernández-Aguilar & J.R. Hernández-Montero. 2023. Roedores: los grandes olvidados del Neotrópico mexicano. *Ecofronteras* 27(78): 17-21.
- Tobajas, J., J. Jiménez & G. Sánchez-Rojas. 2020. Factores que afectan la abundancia de la ardilla de Peter, *Sciurus oculatus*, en una población del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91: 1-8.
- Tobajas, J., B. Ramos-López., J. Piqué & G. Sánchez-Rojas. 2023. Predation risk in tree squirrels: implications of the presence of free-ranging dogs. *Journal of Zoology* 319: 308-318.
- Trejo, I. 2004. Clima. Pp: 67-85 *In*: García Mendoza, A., M.J. Ordóñez Díaz & M. Briones-Salas. (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found. México, D.F.
- Valdés, M. 2003. Las ardillas de México. *Biodiversitas* 51: 2-7.
- Valdez-Alarcón, M. 1988. Patrones de actividad, reproducción y alimentación de la ardilla de tierra *Spermophilus mexicanus* (Rodentia: Sciuridae) en el Parque Nacional Zoquiapan. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 86 pp.
- Valdéz-Alarcón, M. & G. Téllez-Girón. 2005. *Sciurus aureogaster* F. cuvier, 1829. Pp: 547-548 *In*: Ceballos, G. & G. Oliva (eds.), Los mamíferos silvestres de México. Comisión

para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Valdéz-Alarcón, M. & G. Téllez-Girón. 2014. *Sciurus aureogaster* F. Cuvier, 1829. Red-bellied squirrel. Pp: 174–175 In: Ceballos, G (ed.), Mammals of Mexico. Johns Hopkins University Press, Maryland.

Vásquez, E. A. 2016. Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile, Revista de Geografía Norte Grande 63: 63-86.

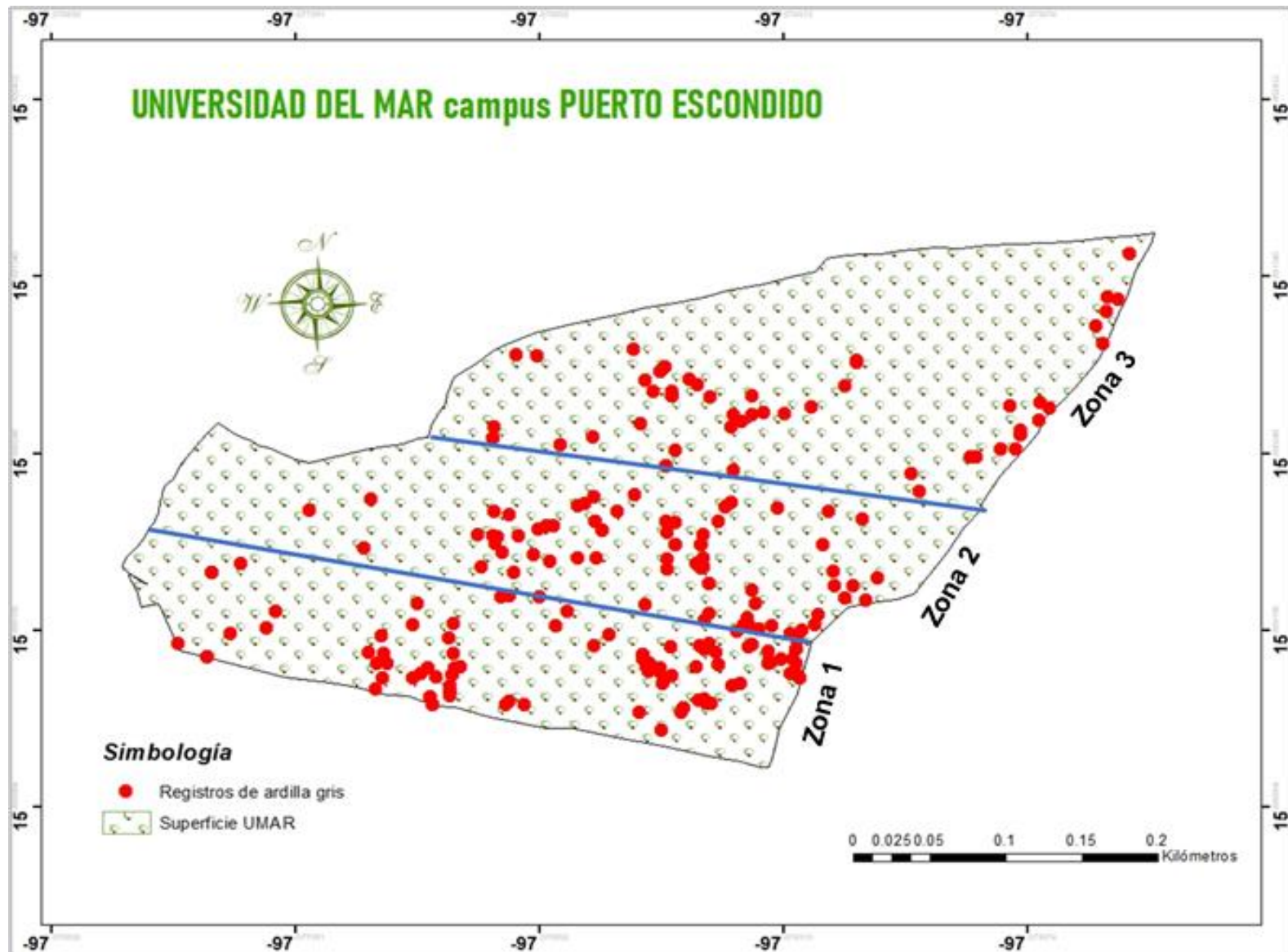
Villanueva-Rodríguez, C.A. 2019. Diversidad de mamíferos terrestres no voladores, para la elaboración de una propuesta de manejo en la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis de Maestría, Universidad del mar, Puerto Escondido. México. 58 pp.

Zerda, O.E. 2004. Comportamiento animal: Introducción, métodos y prácticas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 398 pp.

Zubizarreta, L. 2020. Bases hormonales de la agresión territorial no reproductiva. Tesis de Doctorado, Instituto de investigaciones biológicas Clemente Estable, Uruguay, 154 pp.

12. ANEXOS

Anexo 1. Distribución espacial de *S. aureogaster* en la UMAR, campus Puerto Escondido



Anexo 2. Análisis de componentes principales (PCA) con respecto a las variables bióticas y abióticas asociadas a la abundancia de *S. aureogaster*. Se presenta la varianza explicada y acumulada por cada componente y el peso de contribución de cada variable. Se señalan en negritas los valores más altos.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6
Eigenvalores	4.3269312	1.3003977	1.1806516	0.9232494	0.8897517	0.7381390
Varianza explicada	39.34	11.82	10.733	8.39	8.08	6.71
Varianza acumulada	39.34	51.16	61.89	70.28	78.37	85.08
Altura	-0.392516611	-0.02814537	-0.06218547	0.06341725	0.39356114	-0.28735191
Altura mínima	-0.378992349	0.25823561	0.01480954	-0.0794227	0.21334758	0.21235909
Humedad	-0.363323049	-0.14857238	0.14879370	-0.16017135	-0.03578329	-0.11143585
Arbustos	-0.034196689	-0.11193844	0.56907208	0.79189909	0.02304880	-0.10451220
CAP	-0.215200677	-0.31376625	-0.47280239	0.37863579	-0.21911399	0.22657222
No. de nidos	-0.005555942	0.61861237	-0.22258239	0.18322684	-0.47570330	-0.51859643
No. de árboles	-0.277042805	0.15615902	0.22941211	-0.03283108	-0.54600164	0.58237502
Temperatura	-0.423204069	0.14369441	-0.03123588	0.05553481	-0.01299012	-0.08299087
Altura máxima	-0.403942517	0.26106891	0.09574543	-0.05292948	0.22649661	0.03764550
Cobertura	-0.269808041	-0.39835410	-0.40420460	0.10111854	-0.14568048	-0.15176328
Frutos	-0.175954319	-0.38067182	0.38819051	-0.37786985	-0.39072513	-0.39776513