



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**DIVERSIDAD DE LOS VERTEBRADOS TERRESTRES EN  
LA SUBCUENCA ESPERANZA – SOLEDAD – SANTA ANA,  
DEL MUNICIPIO DE GUANAJUATO, GUANAJUATO.**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O**

PRESENTA:

**Luis Enrique Moya Aguilar**

Director de tesis:

**M. en C. Francisco Javier Botello López**



Febrero 2012

---

---



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Hace más de 6 años, di el primer paso hacia el camino más apasionante y menos transitado que pudiera elegir una persona...

El sentido real era mucho más profundo que aprender principios químicos, memorizar nombres impronunciados, analizar a los seres vivos como un fenómeno, percibir la vida como una propiedad emergente de la materia, entender el origen de su diversidad, intentar comprender el milagro de la evolución o desarrollar un juicio científico...

y sin embargo, también hice todo ello.

Esta vereda me ha ofrecido bastante y quiero agradecerles a todas esas personas que me han acompañado esperando que continúen en este:

### A mis padres

Por ser la base de mis logros, a ti madre **Silvia Aguilar Cuevas** y a ti padre **Enrique Moya Cabrera** por su integridad, nobleza, conocimiento, ingenio, cultura, ejemplo, vida y cariño que transmiten sin reserva hacia su hijo.

### A mi hermana

A ti **Ángela Dinorah**, por ser un gran pilar en mi vida, por tu formidable voluntad, carácter y superación personal y académica, recordándote que siempre tendrás un hombre con quien viajar en la vida.

### A mi primo

A ti **Mario Moya**, por estar en un gran desarrollo de mi vida, por los acordes y desacuerdos, por aligerar el paso con tu humor, por la música compartida, creada, tocada y producida.

### A mis amigos y amigas

Mauricio, Araceli, Edson, Axel, Claudia, Ezel, Pedro, Ernestina, Diana, Néstor... y todos los demás que han sido parte de algo y de todo.

### Al Museo Dugès

Gloria, Araceli, Tere y Gaby por su apoyo, generosidad y consejos.

### A mis profesores

Por orientarme en el camino, por sus enseñanzas académicas, por compartir su perspectiva de vida y por mostrarme el despliegue de la vocación.

Pero sobretodo quiero dedicarle mi gratitud a una persona, por su compañía totalitaria, por su entero esfuerzo, perseverancia, aliento, actitud, intelecto, inquietud y humor en los mejores, buenos, malos, peores y paupérrimos momentos. Gracias por ser tú: **Luis Enrique Moya Aguilar**

No sigas el camino más transitado; ve por donde no haya vereda y deja una huella.

**Anónimo**

En los momentos de crisis sólo la creatividad es más importante que el conocimiento.

**Albert Einstein**

La vida es aquello que te va sucediendo mientras te empeñas en hacer otros planes.

**John Lennon**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por su educación, amor, crítica e interés a mi vocación y vida, por perdonar errores, acompañar adversidades, saborear logros, porque no he estado solo, hoy y siempre les doy gracias advirtiéndoles que este logro es el camino de muchos más.

A Don Andrés, por permitirme la entrada a su tierra, por revelarme un mundo aparte, por colmarme no solo de conocimiento sino de sabiduría, un monumental ejemplo a seguir como persona y biólogo empírico.

A la M. en C. Gloria Eugenia Magaña Cota, por el enorme apoyo académico, económico, familiar, moral y personal que me brindó de manera incondicional para la realización de este estudio, un precioso ejemplo a seguir como persona y académica.

Al M. en C. Francisco Botello López por dirigir esta tesis, y brindarme su asesoría.

A mis sinodales (al M. en C. Rodolfo García Collazo, M. en C. Francisco López Galindo, M. en C. Leticia Adriana Espinosa Avila y al M. en C. Tizoc Adrian Altamirano Álvarez) por su valiosa colaboración en la revisión del presente estudio.

Al M en C. Marco Antonio Gurrola Hidalgo por su apoyo tanto en material, consejos y aportaciones brindadas en el trabajo y en mi persona.

Al Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales por su enseñanza herpetológica y compartir su perspectiva de vida en la superación educativa y personal que requiere este país.

A Diana y Néstor por su hospitalidad en Guanajuato, pero por sobre todo por brindarme su valiosa amistad.

A Daniel y Lori Wilson, por su hospitalidad en Tajo de Adjuntas.

A los estudiantes de ingeniería (Víctor, Daniel) y biología (Nuria y Antonio) de la Universidad de Guanajuato por brindarme su ayuda y valiosa amistad.

A todas esas personas que han intentado hacerme daño ya que sin ellas mi vida no tendría esta fortaleza.

**A todas las personas que he conocido en esta nueva etapa de mi vida y que me extendieron su apoyo que no por estar su nombre escrito son menos importantes.**

Porque nadie puede saber por ti. Nadie puede crecer por ti. Nadie puede buscar por ti. Nadie puede hacer por ti lo que tú mismo debes hacer. La existencia no admite representantes.

**Jorge Bucay**

Mi esposa tiene relativamente un buen físico.

**Albert Einstein**

Da a ese maldito exceso de trabajo que te acosa y te asedia, algunas pausas de silencio para encontrarte con la soledad, con la música, con la naturaleza, con tu propia alma, con la divinidad misma.

**José Luis Martín Descalzo**

Todos tenemos una condición natural para algo. El resto es trabajar. No pretendo ser mejor que alguien. Quiero ser mi mejor versión posible.

**Luis Salinas**

De todas las cosas que llevas puestas, tu actitud, tu humor y tu expresión frente a la vida son las más importantes.

**Luis Moya**

*Camina plácidamente entre el ruido y las prisas,  
y recuerda que la paz puede encontrarse en el silencio.  
Mantén buenas relaciones con todos en tanto te sea posible,  
pero sin transigir personalmente.  
Di tu verdad tranquila y claramente;  
escucha a los demás, incluso al torpe y al ignorante,  
ellos también tienen su historia.  
Evita las personas ruidosas y agresivas,  
pues son agravios para el espíritu.  
Si te comparas con los demás,  
puedes volverte vanidoso y amargado  
pues siempre habrá personas más grandes o más pequeñas que tú.  
Disfruta de tus logros, así como de tus planes.  
Interésate en tu propia vocación,  
por muy humilde que sea;  
es un verdadero tesoro en las cambiantes vicisitudes del tiempo.  
Sé cauto en tus negocios,  
porque el mundo está lleno de engaños.  
Pero no por esto te ciegues a la virtud que puedas encontrar;  
mucha gente lucha por altos ideales  
y en todas partes la vida está llena de heroísmo.  
Sé tu mismo.  
Especialmente no finjas afectos.  
Tampoco seas cínico respecto al amor,  
porque frente a toda aridez y desencanto,  
el amor es tan perpetuo como el cosmos.  
Acepta con cariño el consejo de los años,  
renunciando con elegancia a las cosas de juventud.  
Nutre la fuerza de tu espíritu para que te proteja en la inesperada desgracia,  
pero no te angusties con fantasías.  
Muchos temores nacen de la fatiga y la soledad.  
Más allá de una sana disciplina, sé amable contigo mismo.  
Eres un ser del universo,  
al igual que los árboles y las estrellas;  
tienes derecho a estar aquí.  
Y, te resulte o no evidente,  
indudablemente el universo se desenvuelve como debiera.  
Por lo tanto, mantente en paz con Dios,  
de cualquier modo que le concibas,  
y cualesquiera sean tus metas y aspiraciones,  
mantente en paz con tu alma  
en el bullicioso orden caótico de la vida.  
Aún con todas sus sufrimientos e injusticias,  
éste sigue siendo un hermoso mundo.  
Cúidate, ten buen viaje y sé feliz.  
**DESIDERATA "CONDICIONES DESEADAS"***

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Resumen .....	9
I. Introducción .....	10
II. Antecedentes .....	11
III. Objetivo General .....	14
1. Objetivos Particulares .....	14
IV. Área de Estudio .....	15
1. Guanajuato, Gto. ....	15
1.1 Localización geográfica .....	15
1.2 Fisiografía .....	15
1.3 Orografía .....	16
1.4 Hidrología .....	16
2. Subcuenca E-S-S .....	17
2.1 Localización geográfica .....	17
2.2 Suelos .....	17
2.3 Hidrología .....	17
2.4 Clima .....	18
2.5 Vegetación .....	18
2.6 Fauna .....	19
2.7 Actividades socioeconómicas .....	19
2.7.1 Minería .....	19
V. Método .....	19
1. Periodo de estudio .....	19
2. Equipo .....	20
3. Número de estaciones .....	20
VI. Análisis de Datos .....	21
1. Elaboración del listado .....	21
2. Identificar endemidad y categorías de riesgo/protección especial .....	21
3. Riqueza de especies .....	21
4. Curvas de acumulación de especies .....	21
5. Abundancia relativa .....	22
6. Diversidad .....	22
7. Comparación de la composición de la diversidad de vertebrados en las dos localidades .....	22
8. Comparación de la composición de la riqueza de vertebrados con la de otros estudios de similar tipo de vegetación .....	22

VII. Resultados .....	23
1. Herpetofauna .....	23
1.1 Anfibios (Número de especies) .....	23
1.2 Reptiles (Número de especies) .....	23
1.3 Comparación de la riqueza de la herpetofauna respecto otros estudios .....	24
2. Aves .....	24
2.1 Número de especies .....	24
2.2 Esfuerzo de captura .....	25
2.3 Curva de acumulación y estimador de jackknife .....	25
2.4 Abundancia .....	25
2.5 Diversidad y comparación en las dos localidades .....	25
2.6 Comparación de la riqueza respecto otros estudios .....	26
2.7 Registros Bibliográficos .....	26
3. Mamíferos medianos .....	26
3.1 Número de especies .....	26
3.2 Esfuerzo de captura .....	26
3.3 Curva de acumulación y estimador de jackknife .....	26
3.4 Abundancia .....	26
3.5 Diversidad y comparación en las dos localidades .....	27
3.6 Registros Bibliográficos .....	27
4. Mamíferos pequeños .....	27
4.1 Número de especies .....	27
4.2 Esfuerzo de captura .....	27
4.3 Curva de acumulación y estimador de jackknife .....	27
4.4 Abundancia .....	27
4.5 Diversidad y comparación en las dos localidades .....	28
4.6 Registros Bibliográficos .....	28
4.7 Comparación de la riqueza de la mastofauna respecto otros estudios .....	28
VIII. Discusión .....	28
1. Discusión General .....	28
2. Herpetofauna .....	30
3. Avifauna .....	33
4. Mastofauna .....	37
IX. Conclusiones .....	41
X. Literatura citada .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Número de especies de vertebrados registrados en distintas zonas del estado de Guanajuato .....	52
Tabla 2. Listado de reptiles y anfibios registrados en el presente y bibliográficamente para la subcuenca E-S-S .....	52
Tabla 3. Listado Avifaunístico de las especies registradas en el presente estudio .....	54
Tabla 4. Abundancia relativa y registros (frecuencia de ocurrencia) de las especies de aves registradas en el presente estudio mediante redes de niebla sobre la subcuenca E-S-S ..	56
Tabla 5. Listado Avifaunístico de las especies reportadas bibliográficamente para la subcuenca E-S-S .....	57
Tabla 6. Listado de Mamíferos grandes y medianos registrados en el presente estudio ....	60
Tabla 7. Abundancia relativa y registros (frecuencia de ocurrencia) de la mastofauna en el presente estudio mediante las estaciones de fototrampeo sobre la subcuenca E-S-S .....	61
Tabla 8. Listado de Mamíferos medianos reportados bibliográficamente sobre la subcuenca E-S-S.....	62
Tabla 9. Listado de Mamíferos pequeños registrados en el presente estudio.....	63
Tabla 10. Abundancia relativa y registros (frecuencia de ocurrencia) de las especies de mamíferos pequeños registradas en el presente estudio mediante las estaciones sherman sobre la subcuenca E-S-S .....	64
Tabla 11. Listado de Mamíferos pequeños reportados bibliográficamente para la subcuenca E-S-S.....	65
Figura 1. Mapa de ubicación estatal de Guanajuato. ....	65
Figura 2. Mapa de ubicación municipal de Guanajuato .....	66
Figura 3. Ubicación de la subcuenca E-S-S.....	67
Figura 4. Ubicación en una fotografía satelital de las estaciones de fototrapas sobre la subcuenca E-S-S .....	67
Figura 5. Dendrograma de agrupaciones de los inventarios herpetofaunísticos elegidos por su concentración, importancia y similar tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) del estado de Guanajuato .....	68
Figura 6. Curva de acumulación de las aves sobre la localidad de Santa Ana .....	68
Figura 7. Curva de acumulación de las aves sobre la localidad de Tajo de Adjuntas .....	69
Figura 8. Dendrograma de agrupaciones de los inventarios avifaunísticos elegidos por su concentración, importancia y similar tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) del estado de Guanajuato .....	69
Figura 9. Curva de acumulación de especies de los mamíferos medianos registrados sobre la localidad de Santa Ana para la subcuenca E-S-S.....	70
Figura 10. Curva de acumulación de especies de los mamíferos medianos registrados sobre la localidad de Tajo de Adjuntas para la subcuenca E-S-S .....	70
Figura 11. Curva de acumulación de las especies mamíferos pequeños registrados sobre las dos localidades para la subcuenca E-S-S.....	71



Figura 12. Dendrograma de agrupaciones de los inventarios mastofaunísticos elegidos por su concentración, importancia y similar tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) del estado de Guanajuato ..... 71

**ANEXOS** ..... 72

- 1. Ecuación de Clench ..... 72
- 2. Índice de Shannon-Wiener ..... 72
- 3. Prueba t de Student modificada por Hutcheson ..... 72
- 4. Índice de Similitud Sorensen ..... 72
- 5. Galería Fotográfica del Paisaje de la Subcuenca E-S-S..... 73
- 6. Galería Fotográfica de la Mastofauna de la Subcuenca E-S-S..... 76
- 7. Galería Fotográfica de la Avifauna de la Subcuenca E-S-S ..... 79
- 8. Galería Fotográfica de la Herpetofauna de la Subcuenca E-S-S..... 83

## RESUMEN

El interés por proteger y restaurar la subcuenca Soledad-Esperanza-Santa Ana de la ciudad de Guanajuato, radica en su elevado valor hidrológico al ser una de las principales fuentes de abasto de agua potable para esta ciudad, por lo cual la caracterización de su fauna auxiliaría a la preservación de estas microcuencas pudiendo implementar acciones de conservación/restauración mediante el conocimiento actual de su fauna de vertebrados terrestres (riqueza específica) y el análisis de la composición de ésta (abundancia relativa y diversidad). Por consiguiente, se realizaron muestreos de trabajo de campo sobre 2 sitios de la subcuenca cada 2 meses (10 días) durante 7 meses, comenzando el mes de diciembre del 2009 y finalizando en julio del 2010. Se utilizaron diversas metodologías específicas para el registro de las especies de cada grupo de vertebrado: estaciones con trampas Sherman (mamíferos pequeños), estaciones de fototrampeo (mamíferos medianos y grandes), redes de niebla (aves), ganchos herpetológicos (reptiles) y observación directa (reptiles, anfibios y aves). Adicionalmente se realizó una búsqueda exhaustiva para complementar el listado logrado en campo mediante el uso de facilitadores de información biológica en línea, obteniendo más registros actuales de otros estudios sobre las coordenadas geográficas de la subcuenca. De esta forma, se elaboró un listado sistemático de 226 especies de vertebrados terrestres distribuidas por grupo de la siguiente forma: 11 especies de anfibios, 34 especies de reptiles, y 61 mamíferos (obteniendo el primer registro de *Spilogale angustifrons* para el municipio de Guanajuato). De este total, 5 especies son endémicas de México y 13 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: 4 especies bajo la categoría de “Amenazadas” y 9 bajo la categoría de “Sujetas bajo Protección Especial”. Se obtuvo el índice de riqueza de Shannon – Wiener para cada una de las comunidades faunísticas reflejando análoga diversidad para otras zonas dentro del estado y fuera de él con semejante vegetación. La prueba de Hutcheson (comparación de los sitios) expuso solamente diferencias sobre el grupo de mamíferos ( $t_{0.05(2)}=2.11 < t_{\text{Hutcheson}}=3.57$ ). Las curvas de acumulación de especies en mamíferos y aves expresaron que la línea de tendencia proyectada no termina asintóticamente por lo que podrían encontrarse otras especies que no fueron registradas en el tiempo del estudio (aves), o con poblaciones muy bajas (mamíferos) lo cual concuerda con el resultado del análisis de Jackknife. Por último, se logra concluir que la descripción faunística que brinda el presente estudio contribuye de una manera significativa al conocimiento biológico sobre el estado y del municipio de Guanajuato ya que es de los lugares más rezagados en este tipo de conocimiento.

## I. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de México es una de las características más sobresalientes y es un tema de enorme relevancia a nivel mundial. La información generada en las últimas décadas sobre los patrones de distribución de los vertebrados del mundo ha dejado claramente establecido que México es uno de los países más ricos en especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos del planeta. A pesar de que su territorio (1,972, 547 km<sup>2</sup>), comprende tan sólo alrededor del 1.6% de la superficie continental del planeta, mantiene alrededor del 11% de todas las especies de vertebrados que habitan en el mundo. México ocupa el cuarto lugar en anfibios, segundo lugar en reptiles, onceavo en aves y el tercero en mamíferos. Además de su gran riqueza de especies, México se distingue por su porcentaje de especies endémicas, es decir, exclusivas del país. Ocupa el tercer lugar en vertebrados endémicos, después de Indonesia y Australia. Otros países con un alto endemismo son Brasil, China, Filipinas, Madagascar y Papúa Nueva Guinea (Cotler *et al.*, 2006; CONABIO, 2008).

La distribución de los vertebrados terrestres no es homogénea en el territorio mexicano, ya que hay regiones con altas concentraciones de especies en general o de especies endémicas en particular. Este es el caso de la cuenca Lerma-Chapala, región que se ubica dentro de 5 estados, cuyas extensiones se distribuyen de manera disímil: Guanajuato (43.75%), Michoacán (30.26%), Jalisco (13.42%), D.F. (9.8%) y Querétaro (2.76%) donde se asienta una población de más de 15 millones de habitantes.

Esta cuenca sobresale por su alta riqueza de especies y alta concentración de especies endémicas. La presencia de esta variada fauna es resultado de su gran diversidad de ambientes, entre otros factores, ya que en la cuenca existen bosques de coníferas, bosques de encino, matorrales áridos y selvas bajas. La región se caracteriza también por sus lagos, como el de Chapala y Cuitzeo, que son los más grandes del país, extensas ciénegas como las del alto Lerma en el valle de Toluca, y vegetación riparia a lo largo del río Lerma.

La fauna de vertebrados de esta cuenca comprende alrededor de 664 especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los grupos de aves y mamíferos son los mejor representados, sucesivamente se encuentran los reptiles, anfibios y peces. Dentro de los anfibios, se tienen registradas un total de 70 especies, que representan a 18 géneros, 9 familias y dos órdenes; de estas especies, 28 son endémicas. Algunas, como los ajolotes (*Ambystoma lermaense* o *A. leorae*),

presentan distribuciones muy restringidas. Los reptiles del área de estudio están representados por 82 especies, clasificadas en 36 géneros, 15 familias y dos órdenes; alrededor del 73% de estas especies son endémicas de México. Las aves incluyen alrededor de 374 especies, clasificadas en 218 géneros, 51 familias y 18 órdenes; de estas especies, 20 son endémicas. Un porcentaje elevado (23%) son aves acuáticas migratorias, que encuentran refugio en los humedales y lagos como las ciénegas del Lerma y el lago de Chapala. Finalmente, los mamíferos incluyen 138 especies, dentro de 76 géneros, 23 familias y ocho órdenes. Esta riqueza equivale al 30% de los mamíferos terrestres del país; de estos, 16 son endémicos de México. A pesar del deterioro ambiental de la cuenca, varias de las especies todavía son relativamente abundantes. Algunos, como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el zorrillo listado (*Mephitis macroura*) se encuentran aún sobre áreas perturbadas y remanentes de vegetación natural.

La enorme degradación ambiental de la cuenca, —donde enormes extensiones de vegetación natural han sido transformadas en campos de cultivos, pastizales y zonas urbanas, y los extensos lagos y humedales como las Ciénegas del Lerma y el lago de Chapala han sido drenados, contaminados y degradados— ha impactado severamente a la fauna y flora. Un porcentaje desconocido de especies como la nutria (*Lontra longicaudis*) y el zanate del Lerma (*Quiscalus palustris*) se han extinguido local o totalmente. Por lo menos 125 especies adicionales se encuentran catalogadas como en riesgo de extinción. Muchas de ellas, sobre todo peces como *Algansea barbata* o ajolotes como *Ambystoma lermae* están en un muy severo riesgo de desaparecer en la próxima década si no logra pararse el deterioro ambiental de los cuerpos de agua. Su sobrevivencia depende completamente de las acciones de conservación que se lleven a cabo en los siguientes años (Cotler *et al.*, 2006).

## II. ANTECEDENTES

La fauna de vertebrados terrestres en el país presenta alrededor de 2526 especies. Se han realizado diversos estudios para conocer la riqueza específica por cada entidad federativa, pero aun, no se cuenta con información completa que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies.

Particularmente sobre el estado de Guanajuato, los estudios sobre la diversidad y distribución faunística son muy escasos, el primer listado sobre la riqueza faunística estatal, fue realizado, por el médico y naturalista francés, Alfredo D. Dugès, en 1895. Dentro de este, Dugès identificó 295

especies de vertebrados y 124 invertebrados, sin especificar los sitios de colecta y distribución (Alfredo Dugès, 1895).

Uno de los trabajos más importantes para México, es el de Oscar Flores Villela y P. Gerez (1994), donde describe los diversos tipos de vegetación y el número de vertebrados presentes en cada uno de los estados de la República Mexicana, así, como sus endemismos y su estado de conservación. En este trabajo, el estado de Guanajuato, se posiciona en el lugar número 28, contando con alrededor de 100 especies (Flores Villela y Geréz, 1994).

Uno de los sitios más relevantes por ser área de protección federal, pero siendo de los menos estudiados ampliamente ha sido la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (ubicada sobre 5 municipios al noreste de éste). Entre los trabajos más recientes realizados, se generó un estudio previo justificativo para decretar como ANP esta zona, donde se menciona un total de 182 de aves, 42 especies de mamíferos, 19 especies de reptiles y 6 especies de anfibios; estos dos últimos grupos, fueron determinados solo para el Municipio de San Luis de la Paz y el trabajo realizado fue por parte del Instituto Politécnico Nacional IPN (SEMARNAT-CONANP-IEEG, 2005).

Para el Municipio de Yuriria, se llevó a cabo un estudio sobre la diversidad de vertebrados terrestres, dentro de las áreas naturales protegidas de Laguna de Yuriria (sitio Ramsar 1361, por mantener una población de entre 24 mil y 105 mil aves acuáticas de diversas especies, además de contar con la presencia de un ave endémica a la región de las Siete Luminarias, la mascarita transvolcánica *Geothlypis speciosa*), Lago Cráter La Joya y Cerro Los Amoles, encontrando una riqueza de 24 especies de mamíferos, 122 especies de aves, 22 especies de reptiles y 7 especies de anfibios (Sánchez-Cordero, 2007; Magaña-Cota, 2008).

Por otra parte, en otro estudio, sobre el grupo de los felinos, para la zona de la Sierra Gorda de Guanajuato, se proporcionó como resultado el primer registro del margay *Leopardus wiedii* para el estado y la primera referencia del ocelote *Leopardus pardalis* desde hace más de un siglo (Iglesias *et al*, 2008), cuando lo registro por primera vez Alfredo Dugès (Dugès, 1895).

Un grupo faunístico ya estudiado en el estado de Guanajuato, y del cual, ya se cuenta con un listado actualizado, así como algunos sitios de distribución, es el que corresponde al Orden Chiroptera, con un total de 25 especies. Se han registrado importantes hallazgos, como el primer registro de murciélagos para la Altiplanicie mexicana de *Promops centralis* y para el estado *Artibeus lituratus*. Aunque el número de especies sea considerable, este grupo con respecto a otras regiones del país, resulta pobremente conocido, si la comparamos con listas de murciélagos de

áreas geográficamente más restringidas y alteradas (Magaña-Cota *et al*, ficha técnica 2008).

Cabe destacar que dentro de los estudios más actuales y más cercanos realizados a la ciudad de Guanajuato, se encuentran: el diagnóstico ambiental del Área de Uso Sustentable “Sierra de los Agustinos” sobre el municipio de Acámbaro, dando como resultados la presencia de 33 especies de mamíferos, 151 especies de aves, 16 especies de reptiles y 4 de anfibios (Villaseñor, 2008); y el inventario faunístico del ANP “Cerro de Arandas” del municipio de Irapuato, encontrando una riqueza total de 17 especies de mamíferos, 117 especies de aves, 6 especies de anfibios y 18 especies de reptiles (Uriarte y Lozoya, 2009).

Por otra parte, dos trabajos fuera de Guanajuato los cuales fueron tomados en cuenta por la semejanza en vegetación con el presente y su actualización, fueron el trabajo de mastofauna realizado en Tepeji del Río, Hidalgo por López Mónica (2009) y el trabajo de herpetofauna realizado en la Reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán, Hidalgo por Vite Silva *et.al* (2010).

Otro hallazgo importante reciente dentro del estado de Guanajuato, sobre el grupo de quirópteros, fueron los primeros registros para el vampiro de patas peludas *Diphylla ecaudata* (Magaña-Cota *et al*, 2010) sobre los municipios de Victoria y Xichú.

Conforme a los trabajos herpetológicos dentro del estado, se comenzó reportando como nuevos registros para éste a dos especies de anfibios: *Eleutherodactylus nitidus* (*Syrrhophus nitidus*) y *Eleutherodactylus hobartsmithi* (*Craugastor hobartsmithi*) dentro de la Subcuenca del Río Laja (Olvera *et al*, 2002). Posteriormente, en otros estudios, se enlistan un total de 45 especies, de las cuales, 11 son anfibios y 34 especies corresponden a reptiles, incluyendo a la boa constrictora (*Boa constrictor*) por primera vez registrada para Guanajuato (Hernández Arciga, 2004); así como estudios de distribución geográfica de las especies de reptiles, *Leptodeira septentrionalis*, *Lepidophima occolur* y *Gerrhonotus liocephalus* (Santos-Barrera y Mendoza-Quijano, 2004; Campos-Rodríguez *et al*, 2004; Campos-Rodríguez *et al*, 2004).

Dentro de los trabajos más actuales e integrales del estado de Guanajuato (Elizalde-Arellano *et al*, en prensa), se engloba la diversidad de estos 4 grupos de vertebrados terrestres; dentro de este estudio, se cuenta también con el estudio herpetológico realizado por Reynoso (en prensa), el cual integra la diversidad herpetofaunística histórica del estado.

Por último, la Sierra de Santa Rosa, es una de las pocas zonas de Guanajuato, cuya fauna de vertebrados, ha sido estudiada ampliamente y que se encuentra vecina a la cuenca Esperanza Soledad Santana; Alfredo Dugès, presentó en 1896, un listado donde menciona 25 especies de

reptiles y anfibios; de ese mismo grupo, en el año de 1994, se enlistan 26 especies; para el 2001, se presenta otro listado que menciona una riqueza de 31 especies de anfibios y reptiles para esa misma zona (Dugès, 1896; Rodríguez, 1994; Mendoza Quijano *et al*, 2001). Las aves, es otro grupo estudiado, y donde ya se cuenta con un listado amplio con más de 190 especies (Estrada Hernández, 1994; Labarthe, 2004). Concluyendo se presenta que la zona noreste y sur son las más estudiadas desde inicios del presente siglo (Uriarte y Lozoya, 2009); por lo que, faltan por realizar estudios sobre la parte central del estado, específicamente en regiones hidrológicas importantes, como en el caso de la Subcuenca Esperanza-Soledad-Santa Ana. Por tanto este trabajo busca consolidar y actualizar información de la subcuenca a través de trabajo de campo y gabinete (Ver Tabla 1).

### **III. OBJETIVO**

Estimar la riqueza y diversidad de vertebrados terrestres en dos localidades de la subcuenca Esperanza, Soledad, Santa Ana.

#### **1. OBJETIVOS PARTICULARES**

Elaborar un listado sistemático de las especies de vertebrados.

Identificar las especies endémicas y que se encuentren dentro de alguna categoría de protección especial de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Obtener la abundancia relativa y la diversidad alfa de los vertebrados de las dos localidades.

Comparar la composición de la diversidad de vertebrados sobre las dos localidades.

Comparar la composición de la riqueza de vertebrados del área con la de otros estudios de similar tipo de vegetación.

#### **IV. ÁREA DE ESTUDIO**

##### **1. Guanajuato, Guanajuato**

###### **1.1 Localización geográfica**

El estado de Guanajuato se localiza en el centro de México, en la parte sur de la Altiplanicie Mexicana; entre los paralelos 19°57'19" N y 21°51'17" N y los meridianos 99°21'06" W y 102°04'06" W. Su extensión territorial es de 30,585 km<sup>2</sup>, limitando al norte con el estado de San Luis Potosí, al sur con Michoacán, al este con Querétaro y al oeste con Jalisco. La alta densidad poblacional, con sus grandes zonas urbanas y amplia red de comunicaciones, principalmente carreteras y terracerías, así como las actividades agrícolas e industriales, han contribuido de manera determinante a la modificación y degradación de la cubierta vegetal original. Este deterioro del paisaje ha tenido mayor importancia desde el siglo XIX, con las importantes acciones mineras desarrolladas en el territorio (Anónimo, 1980; Angulo, 1985).

Siendo esto, en 1997, Guanajuato, crea el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato (SANPEG), con el objeto de garantizar la preservación y conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable y disponibilidad de los recursos naturales (IEEG, 2009) estableciéndose de esta manera 21 áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal y una con carácter federal, dentro de 6 categorías: Reservas de Conservación, Áreas de Uso Sustentable, Áreas de Restauración Ecológica, Monumentos Naturales, Parques Ecológicos y Reserva de la Biósfera.

El municipio de Guanajuato se localiza en la región Noreste de la entidad, limitando al norte con San Felipe; al este con Dolores Hidalgo; al sur con Salamanca e Irapuato y al oeste con Silao y León. Teniendo como límites las coordenadas geográficas 101°02'00" y 101°26'30" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y a los 20°48'42" y 21°13'03" de latitud norte (Ver Figura 1 y 2).

###### **1.2 Fisiografía**

Confluyen en el territorio de la entidad tres grandes provincias fisiográficas de México: la Sierra Madre Oriental, con una pequeña porción del estado en el noreste; el Eje Volcánico Transversal, en la parte central y sur; y la Altiplanicie Mexicana (o Mesa del Centro), que corresponde al sector centro y norte. Casi toda la mitad meridional de Guanajuato pertenece a la región denominada Bajío, que se ubica mayormente entre 1700 y 2300 msnm de elevación, dominada por paisajes de relieve diverso, con algunos macizos montañosos aislados, que alcanzan



más de 3000 m, alternando con planicies o áreas de topografía suave y poco accidentada. Del noroeste al centro se localiza la Sierra de Guanajuato, que junto con la Sierra Gorda en el noreste, forman las zonas montañosas más importantes. El resto del territorio en su mayoría, está formado por numerosas planicies y valles, adecuados para el desarrollo de la agricultura (Rzedowski, 1978).

### **1.3 Orografía**

La sierra de Guanajuato, también llamada de San Gregorio, ocupa la mayor parte del territorio municipal. Las principales elevaciones son los cerros Santa Rosa, Chichíndaro, Sirena, Bufo Picacho y Bufo Peñón, todos ellos cerca de la ciudad de Guanajuato, por los lados oriente y norte; otros cerros son la Giganta, el Gigante, los Llanitos y Vaquería, por el rumbo noroeste de la ciudad. La altura media de estas elevaciones se calcula en 2,400 metros sobre el nivel del mar (IEEG, 2009).

### **1.4 Hidrología**

Hidrologicamente, el estado forma parte de dos regiones: a) la Cuenca del Pánuco, en pequeñas porciones del norte y noreste, que desaguan hacia el Golfo de México por los ríos Santa María, Estórax y Bagres; b) la Cuenca Lerma-Santiago, que ocupa el resto de la entidad y drena al Océano Pacífico por el río del mismo nombre, cuyos principales tributarios son los ríos Apaseo, Tigre, La Laja, Guanajuato, Irapuato, Silao, Turbio, Verde Grande e Ibarra (Anónimo, 1980; Angulo, 1985).

Dentro del municipio, las corrientes de agua que se encuentran entre los intrincados cerros de la sierra de Guanajuato son: por el noroeste, el arroyo Cedeño y La Goya que se une al río La Hernia, en el poblado de San José de Pinos; éste recibe después el nombre de arroyo La Joya y se le une el arroyo El Salto, en el poblado de Arperos y así sigue el cauce hasta reunirse con el arroyo El Gigante, para juntos formar el río Silao. Por el norte se localizan los arroyos La Cebada, Potrero y La Escondida que, unidos al arroyo Concepción, desembocan en la presa de La Esperanza y ésta por su parte; se alimenta del cauce de los arroyos Llano Grande, Melchores, La Taponá, Duraznillo y Mexicanos. Cabe mencionar que de La Presa de la Soledad sale el arroyo Santa Ana, al cual en el Tajo de Adjuntas, se le unen los arroyos La Hacienda, Conejas y Las Raíces provienen de la presa Peregrina y van a desembocar a la presa de Mata, que actualmente ha quedado hundida por la recién construida presa Las Torres. Debemos mencionar que las aguas de esta última atraviesan la ciudad de Guanajuato para unirse al río del mismo nombre. Por su parte el río Guanajuato tiene como afluentes a los arroyos El Arco, Paso del Padre, El Pulque, que forman el río del Cubo cerca del Zangarro (IEEG, 2009).

## **2. Subcuenca Esperanza-Soledad-Santa Ana**

### **2.1 Localización geográfica**

La "Subcuenca Esperanza-Soledad-Santa Ana" es un zona geográfica con la categoría de "Área de Conservación y Restauración Ecológica", ubicada dentro del municipio de Guanajuato, presenta una extensión de 2,782.01 ha, se encuentra a una elevación entre los 2,200 a 2,750 msnm, con una topografía accidentada y pendientes que varían entre el 10 y el 30 %, con escasas zonas de terrenos planos, y pertenece a un grupo de 4 pequeñas cuencas cercanas a la Ciudad de Guanajuato y conocidas como Esperanza-Soledad-Santana (ESS), las cuales se encuentran fuertemente degradadas tanto por deforestación, como por actividades mineras y el vertido de residuos sólidos urbano-domésticos. Si bien, existe alteración en la calidad del agua y del suelo en la vertiente ESS, las aguas que drenan no se encuentra tan contaminadas como las que escurren en la vertiente del río Guanajuato que viene de Marfil, que recibe las cargas de aguas residuales de la ciudad de Guanajuato (Ramos, sin año) (Ver Figura 3).

### **2.2 Suelos**

El principal tipo de suelo es Feozem Háplico (Hh), el cual cubre el 97% de la superficie de la subcuenca, son suelos pardos de capa superficial oscura, rica en materia orgánica y en nutrientes. Se ubican en lugares planos, son profundos y fértiles. De la misma forma se ubican en laderas, pero son menos productivos y fácilmente erosionables. Su uso es variado, como el forestal, pecuario y agrícola (IEEG, 2009; Ramos, sin año).

### **2.3 Hidrología**

El recurso hídrico de esta subcuenca, proviene de los arroyos "La Concepción" y "Agua Colorada", que posteriormente conforman los arroyos intermitentes "La Calera", "El Cervín", "El Potrero" y "La Escondida"; los cuales descargan en la Presa "La Soledad". La importancia a nivel de la microcuenca, es que se constituye como zona de recarga del acuífero de la subcuenca del Río Guanajuato (Ramos, sin año).

La Presa "La Soledad" se ubica al sur de la Cuenca, sobre el arroyo "Santa Ana", contando con una capacidad de almacenamiento de 4.6 millones de metros cúbicos de agua, que se emplean para abastecimiento de la ciudad de Guanajuato, alimentando en un 95 por ciento a la planta potabilizadora "Filtros Valenciana", que surte al 40 por ciento de la población total de la ciudad (Ramos, sin año). El interés por proteger y restaurar la "subcuenca E-S-S" estriba en su elevado valor hidrológico al ser una de las principales fuentes de abasto de agua potable para la

ciudad de Guanajuato.

## **2.4 Clima**

Según la clasificación climática de Köppen (SPP, 1980) existen dos tipos de climas: un clima BS<sub>hw</sub>; es decir, semiseco-semicálido con lluvias en verano, presentando temperatura media anual por encima de 18°C, escasa precipitación invernal, con invierno fresco. Y clima Cw<sub>2aw</sub>; es decir, templado subhúmedo con lluvias de verano, presentando temperatura del mes más cálido por encima de 22°C, escasa precipitación invernal, con invierno fresco. La precipitación media de la subcuenca es de más de 800 mm; los rangos térmicos son menores a 16°C. La máxima precipitación se presenta en agosto con 180 mm.

## **2.5 Vegetación**

Según la clasificación de Rzedowski (1978) (Ramos, sin año; SPP,1980) en estos climas se desarrollan los siguientes tipos de asociaciones vegetales nativas y secundarias:

Bosque de encino: Ubicado en una superficie aproximada de 100 hectáreas en terrenos cercanos a la localidad de "Santa Rosa" y en manchones muy escasos en "Llanos de Santa Ana", con especies arbóreas como el roble bellota (*Quercus castanea*), encino blanco (*Quercus glaucencens*), palo prieto (*Quercus mexicana*), roble blanco (*Quercus microphylla*), madroño rojo (*Arbutus xalapensis*) y pingüica (*Arctostaphylos pungens*).

Bosque de galería o ripario: localizado en la ribera de los arroyos que descargan en la Presa "La Soledad", además de la cañada de "La Esperanza", con especies arbóreas como el sauce llorón (*Salix sp*), ahuehuete (*Taxodium sp*), mezquite (*Prosopis laegivata*) y pirul (*Schinus molle*).

Bosque esclerófilo: Se caracteriza por poseer árboles medianos de 8 a 15 m de alto con hojas esclerotizadas que se pierden por un breve período. Las especies más características son: *Quercus laceyi*, *A. canbyie*, *Q. fusiformis*, *Q. intricata*, *Q. oleoides*, *Q. polymorpha*.

Pastizal amacollado abierto con nopalera: Se caracteriza por la predominancia de especies gramíneas y herbáceas amacolladas con una altura de 50 a 80 cm y también arbustivas como nopales. Algunas de las especies dominantes son *Bouteloa grandulosa*, *B. curtispindula*, *B. filiformis*, *Heteropogon contortus*, *Muhlenbergia lanata*, *M. emerleyi*, *Andropogon scoparius*, *Mimosa biuncifera*, *Dasyllirion cendrosanum*, *Opuntia robusta* y *O. guilanchi*.

## **2.6 Fauna**

En la Cuenca de la Soledad se ha reportado la presencia histórica de distintas especies dentro de las cuales hay algunas que se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como: el águila real (*Aquila chrysaetos*), considerada no endémica amenazada; la codorniz enmascarada (*Colinus virginianus*), endémica en peligro de extinción; la codorniz silbadora (*Dactylortyx thoracicus*), no endémica sujeta a protección especial y el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperi*), no endémica sujeta a protección especial (POGEG, 2006) sin embargo no ha habido estudios formales sobre conocimiento real de las especies existentes y su grado de conservación siendo esta una zona de restauración ecológica.

## **2.7 Actividades Socioeconómicas**

### **2.7.1 Minería**

La principal zona minera está constituida principalmente por la producción de oro y plata, especialmente por la “veta Madre” (estructura en la que se ha basado el municipio y el estado por 400 años). Las minas más importantes que se ubican en este distrito son: La Valenciana, Rayas, Sirena, Cedros, Las Torres, Mellado y Santo Niño. En el extremo norte se ubican las minas de San Nicolás del Monte y pequeñas exploraciones en las vetas de Santa Rosa. La explotación en el distrito ha sido variable debido a las fluctuaciones en el precio de los minerales.

Por estas fuertes presiones antropogénicas, por su elevado valor hidrológico y el desconocimiento formal de las especies que esta área contempla, es de sumo interés protegerla y restaurarla.

## **V. MÉTODO**

### **1. Periodo de estudio**

Se realizó trabajo de campo durante ocho meses, comenzando desde el mes de diciembre del 2009 y finalizando en agosto del 2010. Las cuatro salidas a la zona de estudio constaron aproximadamente de ocho días de trabajo cada dos meses, utilizando cuatro días en cada una de las dos localidades dentro de la zona. En la primera salida a campo (diciembre 2009), se reconoció la zona de estudio, los sitios probables donde se podrían encontrar diversos organismos, lugares perturbados, sitios de ganado, etc.

## **2. Equipo**

Se utilizaron diversas metodologías para el registro de las distintas especies del grupo de los vertebrados tales como: observación directa (anfibios, reptiles y aves), ganchos herpetológicos (reptiles), redes de niebla (aves y murciélagos), estaciones con trampas Sherman (mamíferos pequeños) y estaciones de fototrampeo (mamíferos medianos y grandes).

## **3. Número de estaciones**

Para el registro de reptiles y anfibios, se realizó su búsqueda durante los recorridos para la colocación de las fototampas y trampas Sherman, con ayuda de ganchos herpetológicos y por avistamientos, los datos obtenidos se complementaron con datos bibliográficos para la zona de estudio. La identificación se basó en las claves de identificación de anfibios y reptiles de México de Casas y McCoy (1987), y de algunas especies, con las guías de campo de anfibios y reptiles de Vázquez y Quintero (2005), Woolrich Piña *et al* (2005) y Alvarado y Suazo (2006).

Para el registro de aves y murciélagos, se utilizaron tres redes de niebla (9 x 3.5 m), las cuales se colocaron a lo largo de todo el día (6:00 a.m – 11:00 p.m). La identificación se realizó con ayuda de la Guía de Aves de México de Peterson y Chalif (1989) y de Howell & Webb (1995). Respecto al registro de murciélagos, la identificación se realizó con ayuda de la Guía de Murciélagos de México de Medellín (1997).

Para el registro de mamíferos pequeños, se colocó un cuadrante de 7 x 7 trampas Sherman (N = 49) de acuerdo a la vegetación predominante en cada localidad de la zona de estudio, colocando cada 10 m aproximadamente una trampa. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y esencia de vainilla y las estaciones de fototrampeo con sardina (Ver Figura 4).

Respecto el registro de mamíferos medianos, la colocación de las fototampas, fue de forma selectiva, donde se observaron avistamientos directos o indirectos de mamíferos de tamaño mediano en los diferentes tipos de vegetación. Se colocaron siete estaciones de fototrampeo sobre la zona de estudio, tres en una localidad y cuatro en otra. La distancia entre cada una de ellas fluctuó entre 1.5 y 1.8 km. El número de estaciones escogido para cada uno de los métodos fue determinado por la disponibilidad de material y el grado de accesibilidad a la zona de estudio (Botello, 2004; Botello *et al*, 2008). La revisión para las trampas Sherman, se realizó a diario por la mañana, comenzando entre 8:00 am y 9:00 am.

## **VI. ANÁLISIS DE DATOS**

### **1. Elaboración del listado**

Respecto a los anfibios y reptiles, se empleó la nomenclatura y arreglo taxonómico propuestos por Ernest A. Liner (2007). En relación al listado para aves se siguió la nomenclatura y arreglo taxonómico de American Ornithologist's Union (2011) y para los mamíferos se siguió a Wilson and Reeder (2005). Adicionalmente se realizó una búsqueda exhaustiva para complementar la información obtenida en campo mediante el uso de facilitadores de información biológica en línea (Mammal Networked Information System, 2008; Global Biodiversity Information System; InfoNatura, 2007), obteniendo registros de las especies documentadas sobre las coordenadas geográficas de la subcuenca.

### **2. Identificar endemidad y categorías de riesgo/protección especial**

Para conocer el estatus de endemismo o riesgo de las especies registradas, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **3. Riqueza de especies**

Teniendo como finalidad la obtención de un índice que refleje la importancia de las especies registradas en la zona de estudio, primeramente se determinó la riqueza específica como el número total de especies registradas en la zona de estudio.

### **4. Curvas de acumulación de especies**

A continuación para evaluar si el esfuerzo de captura utilizado y la calidad del presente inventario fueron apropiados, se elaboraron curvas de acumulación de especies por cada localidad muestreada basadas en una matriz de datos de frecuencia de ocurrencia de las especies respecto al esfuerzo de captura aplicado en cada localidad. Esta matriz se aleatorizó mediante el software *EstimateS 7.0* (Colwell, 2004) para eliminar el efecto del orden en que ingresan los datos y de esta manera suavizar la curva. Una vez aleatorizada dicha matriz, se aplicó el modelo o ecuación de Clench mediante el software *Statistica 5.1* (StatSoft, 1998) para describir el comportamiento de la curva y conocer que tan adecuadamente están representados los datos. En este caso, un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) cercano a 1 indicará un buen ajuste del modelo a los datos, además del aproximamiento de la asíntota de la curva la cual reflejará la comprensión completa de las especies muestreadas dentro del área. Posteriormente se aplicó el estimador *jackknife* de primer orden, el cual sirve para estimar la riqueza total de las especies en cada localidad, con el fin de comparar la riqueza observada vs la probable (Jiménez Valverde y Hortal, 2003).

## **5. Abundancia relativa**

Se calculó la abundancia relativa de los distintos grupos de vertebrados terrestres a través de la frecuencia de ocurrencia. Esta se cuantificó en cada grupo taxonómico como la proporción de registros independientes (capturas de un individuo) de cada especie (por localidad) entre el número de registros independientes de todas las especies multiplicado por 100. En el caso de los registros obtenidos por fototampas se tomó en cuenta como un mismo individuo a todos aquellos fotografiados en un periodo de tiempo de 24 horas; para las trampas Sherman y las redes se tomó como un mismo individuo a todos aquellos que se capturaron igualmente en el mismo periodo (Botello, 2004; Botello *et al*, 2008) (Ver Anexos).

## **6. Diversidad**

Finalmente dado que para obtener información básica para estudios de la historia natural de especies lo más conveniente es presentar valores tanto de riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, debido a que ambos parámetros son complementarios en la descripción de la diversidad, se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Rocha *et al*. 2006) que indica que tan uniformemente están representadas las especies (en abundancia), midiendo el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra suponiendo que todas las especies están muestreadas. Este índice se seleccionó ya que su algoritmo permite realizar comparaciones a nivel geográfico y temporal, por lo cual es ampliamente utilizado en estudios de diversidad de vertebrados (Ver Anexos).

## **7. Comparación de la composición de la diversidad de vertebrados en las dos localidades**

Se realizó a través de la prueba de t modificada por Hutcheson (1970), la cual toma en cuenta el valor del índice de Shannon-Wiener de dos poblaciones reflejando que tan diferentes significativamente son una de otra en diversidad (Zar, 1999) (Ver Anexos).

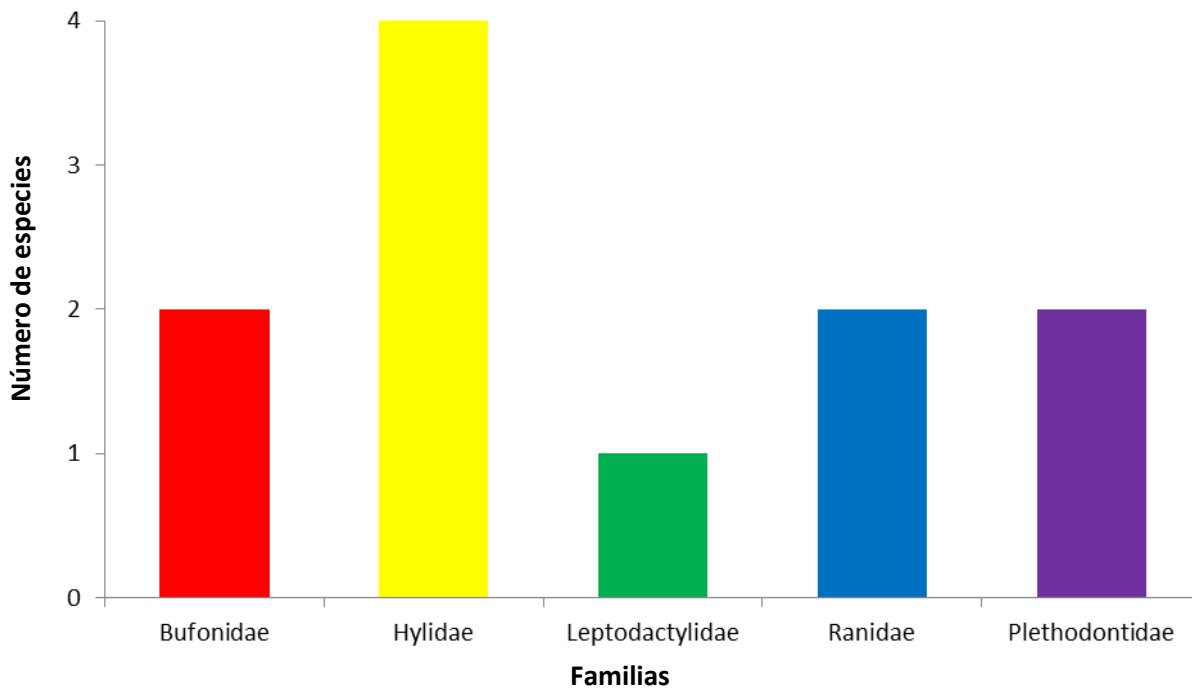
## **8. Comparación de la composición de la riqueza de vertebrados con la de otros estudios de similar tipo de vegetación**

Se construyó inicialmente la matriz de datos basada en la presencia-ausencia de las especies reportadas en el listado completo de cada estudio (especies documentadas y registradas) para posteriormente aplicar el índice de similitud de Sorensen (Rocha *et al*. 2006), utilizando el programa Estimates, obteniendo como resultado un dendrograma de similitud entre los diferentes inventarios (Ver Anexos).

## VII. RESULTADOS

### 1. Herpetofauna

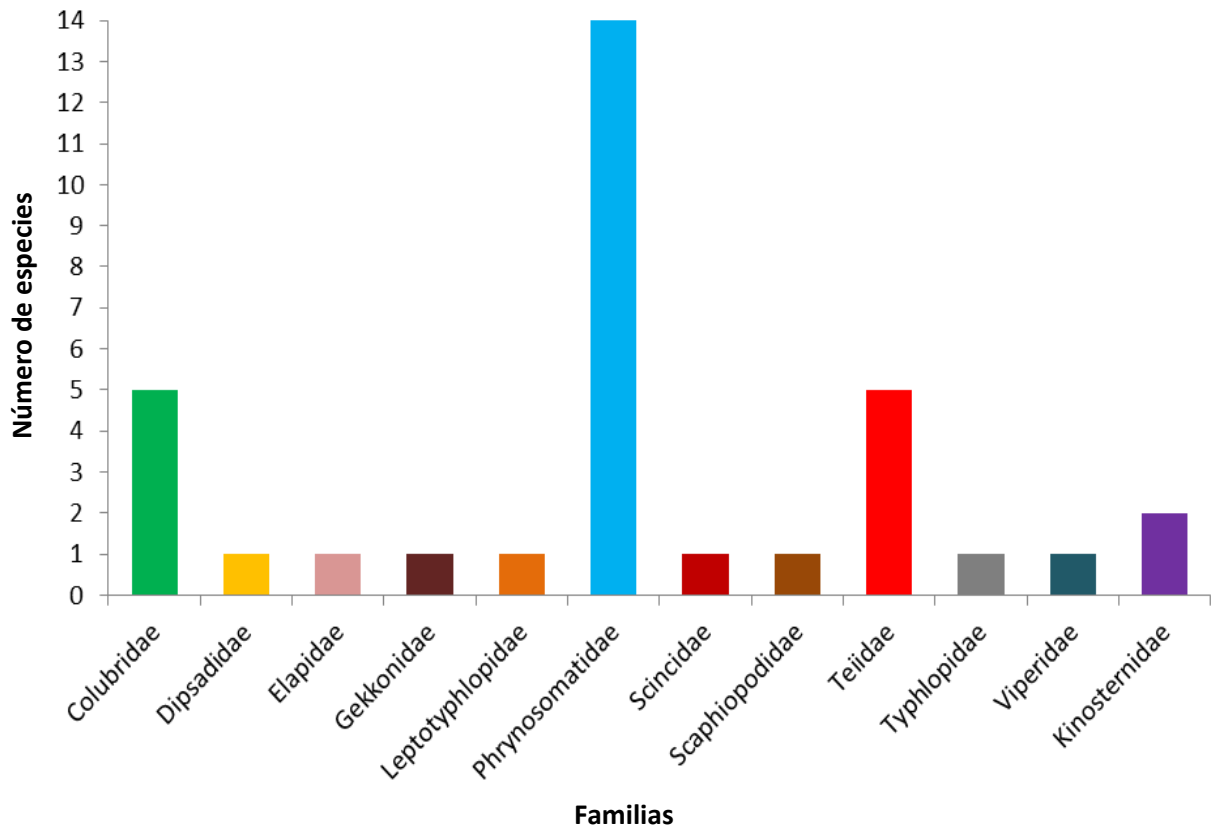
**1.1 Anfibios (Número de especies):** Se registraron 11 especies distribuidas en 5 familias dentro de 2 órdenes, de estas, 2 especies son consideradas endémicas de México (*Lithobates montezumae* y *Pseudoeurycea bellii*) y 2 especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Lithobates montezumae* bajo la categoría de “Sujeta a Protección Especial” y *Pseudoeurycea bellii* bajo la categoría de “Amenazada” (Ver Tabla 2).



Gráfica 1. Distribución por familia de la riqueza de especies de anfibios en el presente estudio sobre la subcuenca E-S-S.

**1.2 Reptiles (Número de especies):** Se registraron 34 especies pertenecientes a 12 familias dentro de 2 órdenes. La familia mejor representada fue Hylidae con 4 especies. De este listado, 2 especies son endémicas de México (*Salvadora mexicana* y *Aspidoscelis communis*), una es introducida (*Ramphotyphlops braminus*) y 6 especies están incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría “Sujetas a Protección Especial” (*Salvadora mexicana*, *Sceloporus grammicus*, *Aspidoscelis communis*, *Crotalus molossus*, *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes*) (Ver Tabla 2).





Gráfica 2. Distribución por familia de la riqueza de especies de reptiles en el presente estudio sobre la subcuenca E-S-S.

**1.3 Comparación de la riqueza de la herpetofauna respecto otros estudios:** Se pudo observar la formación de 2 bloques principales en cuanto a su similitud (Santa Rosa-Dugès; Arandas-Los Agustinos) y subsecuentemente de estos se fueron desprendiendo las demás agrupaciones menos semejantes, observando una similitud del presente estudio con el resto del 42.66% exceptuando con el inventario de Meztitlán (Ver Figura 5).

## 2. Aves

**2.1 Número de especies:** Se obtuvo una riqueza de 37 especies pertenecientes a 21 familias. Solamente una especie (*Accipiter cooperi*) es considerada endémica de México y se encuentra sobre la categoría “Sujeta a Protección Especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe mencionar que los avistamientos visuales únicamente se tomaron en cuenta para complementar el listado avifaunístico y no se sometieron a tratamiento estadístico debido al pequeño tamaño de muestra (Ver Tabla 3).

**2.2 Esfuerzo de Captura:** Se realizó un esfuerzo de captura total de 63 días red, 36 días red sobre la localidad de Santa Ana y 27 días red sobre Tajo de Adjuntas.

**2.3 Curva de acumulación y estimador jackknife:** El número máximo de especies (24) en las dos localidades fue alcanzado en el día trampa 63. El total de la riqueza registrada sobre Santa Ana durante todo el estudio se registró en el día trampa 36 (julio) con 11 especies observadas, siendo la última especie observada *Melanotis caerulescens*; respecto la localidad de Tajo de Adjuntas, la riqueza total se registró sobre el día trampa 27 (junio) con 15 especies observadas, siendo la última especie observada *Columbina inca*. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido en las dos localidades reflejaron un buen ajuste (representación apropiada) de los datos al modelo de Clench ( $R^2 = 0.99990$ ). El estimador de *jackknife* obtenido sobre Santa Ana sobrepasa a la riqueza observada por 7 especies y sobre Tajo de Adjuntas por 8 especies (Ver Figura 6 y 7).

**2.4 Abundancia relativa:** Mediante la obtención de 43 registros (capturas red), se reportó una abundancia relativa de 39.48% en la localidad de Santa Ana y de 60.40% para la localidad de Tajo de Adjuntas. La especie con mayor abundancia en la localidad de Sta Ana fue *Myiarchus nuttingi* 6.97% (3) *Empidonax sp*, *Thryomanes bewickii* y *Melanotis caerulescens* con 4.65% (2) respectivamente; respecto la localidad de Tajo de Adjuntas fue *Sayornis nigricans* con 9.3% (4), *Peucaea ruficeps* y *Chloroceryle americana* con 6.97% (3), *Peucaea cassini* y *Seiurus noveboracensis* con 4.65% (2) por igual (Ver Tabla 4).

**2.5 Diversidad y su comparación en las dos localidades:** El índice de diversidad Shannon – Wiener ( $H'$ ) obtenido por las redes al analizar cada localidad de muestreo fue de 1.03 (Sta Ana) y 1.11 (Tajo de Adjuntas). Respecto la prueba de T de Hutcheson ( $t_{0.05(2)93}=1.97 > t_{Hutcheson}=-1.91$ ) no se encontraron diferencias significativas en las abundancias relativas de las especies registradas sobre las dos localidades.

**2.6 Comparación de la riqueza respecto otros estudios:** Se pudo observar la agrupación de 2 bloques principales, dentro de los cuales, se muestra que el estudio más semejante con el presente fue el realizado sobre Los Agustinos exhibiendo una similitud del 60.74%. Subsecuentemente de esos 2 bloques, se desprendieron los de menor similitud, pudiendo observar que el inventario realizado por Alfredo Dugès sobre la mayoría del estado, fue el que presento menor similitud con el presente y los demás inventarios (48.21%) (Ver Figura 8).

**2.7 Registros bibliográficos:** Se reportaron 83 especies pertenecientes a 30 familias dentro de 10 órdenes, de estas, solamente una especie (*Oporornis tolmiei*) se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de “Amenazada” (Ver Tabla 5).

### 3. Mamíferos medianos

**3.1 Número de especies:** Se obtuvo una riqueza de 11 especies distribuidas en 7 familias dentro de 4 órdenes. Cabe mencionar que también mediante el fototrampeo se obtuvieron registros de una especie de mamífero pequeño y 5 especies de aves, sin embargo más adelante se referirán en el apartado de abundancia relativa. Ninguna de las especies registradas en el siguiente listado, se encuentra considerada endémica o bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver Tabla 6).

**3.2 Esfuerzo de Captura:** Se realizó un esfuerzo de captura total de 799 noches trampa mediante el método de fototrampeo, 459 noches trampa en la localidad de Santa Ana y 340 en la localidad de Tajo de Adjuntas.

**3.3 Curva de acumulación y estimador de *jackknife*:** El total de la riqueza registrada sobre Santa Ana durante todo el estudio se registró en la noche trampa 457 (julio) con 14 especies observadas (11 especies de mamíferos y 3 especies de aves) siendo *Odocoileus virginianus* la última especie de mamífero registrada; respecto la localidad de Tajo de Adjuntas, se registró sobre la noche trampa 202 (junio) con 6 especies observadas (4 especies de mamíferos y 2 especies de aves), igualmente siendo la última *Odocoileus virginianus*. Los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) obtenidos en las dos localidades reflejaron un buen ajuste (representación apropiada) de los datos al modelo de Clench ( $R^2_{\text{Santa Ana}} = 0.999913614$ ) ( $R^2_{\text{Tajo de Adjuntas}} = 0.999588026$ ). El estimador de *jackknife* de primer orden en la localidad de Santa Ana reflejó una riqueza probable de 17 especies y en la localidad de Tajo de Adjuntas de 8 especies (Ver Figura 9 y 10).

**3.4 Abundancia:** Se obtuvo un total de 4820 fotografías, de las cuales 77 fueron registros independientes. De estos el 77.96% corresponde a la localidad de Santa Ana y de 21.86% para la localidad de Tajo de Adjuntas. Tomando en consideración el número total de registros para las dos localidades la especie con mayor abundancia relativa en la localidad de Santa Ana fue *Silvilagus floridanus* 21.91% (16), *Procyon lotor* 15.06% (11), *Urocyon cinereoargenteus* 10.95% (8), *Canis latrans* 6.84% (5) y *Odocoileus virginianus* 4.1% (3) respectivamente; respecto la localidad de Tajo de Adjuntas fue *Canis latrans* 5.47% (5) y *Bassariscus astutus* 4.1% con 3 registros (Ver Tabla

7).

**3.5 Diversidad y su comparación en las dos localidades:** El índice de diversidad Shannon – Wiener ( $H'$ ) obtenido con los datos de las fototampas al analizar cada localidad fue de 0.93 (Santa Ana) y 0.70 (Tajo de Adjuntas). Respecto la prueba de T de Hutcheson ( $t_{0.05(2)58}=2.00 < t_{Hutcheson}=3.54$ ) existieron diferencias significativas en las abundancias relativas de las especies registradas en los dos sitios.

**3.6 Registros bibliográficos:** Se reportaron 24 especies pertenecientes a 9 familias dentro de 6 órdenes. Solamente 2 especies (*Taxidea taxus*, *Choeronycteris mexicana*) se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de “Amenazada” (Ver Tabla 8).

#### 4. Mamíferos pequeños

**4.1 Número de especies:** Se obtuvo una riqueza de 8 especies distribuidas en 5 familias dentro de un orden. No se registró ninguna especie de murciélago a lo largo del periodo de estudio mediante la colocación de redes de niebla, solo existieron avistamientos de pequeños grupos de estos sin poder determinar la especie. De este listado, ninguna especie se encontró considerada endémica o bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver Tabla 9).

**4.2 Esfuerzo de Captura:** Se realizó un esfuerzo de captura total de 833 noches trampa, 539 noches trampa en la localidad de Santa Ana y 294 en la localidad de Tajo de Adjuntas.

**4.3 Curva de acumulación y estimador *jackknife*:** El número máximo de especies (8) en las dos localidades fue alcanzado en la noche trampa 816. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido en las dos localidades reflejaron un buen ajuste (representación apropiada) de los datos al modelo de Clench ( $R^2 = 0.998081790$ ) El estimador de *jackknife* de primer orden sobre la subcuenca reflejó una riqueza probable de 11 especies (Ver Figura 11).

**4.4 Abundancia relativa:** Mediante la obtención de 31 registros se reportó una abundancia relativa de 96.74% en la localidad de Santa Ana y de 3.22% para la localidad de Tajo de Adjuntas. La especie con mayor abundancia fue *Liomys irroratus* con 58.06% (18) seguido de *Reithrodontomys megalotis* con 9.67% (3), *Baiomys taylori*, *Sigmodon hispidus* y *Reithrodontomys*

*fulvescens* con 6.45% (2) y últimamente *Peromyscus difficilis*, *Peromyscus boylii levipes* y *Peromyscus truei gentilis* con 3.22% (1) sobre la localidad Santa Ana, y únicamente sobre la localidad de Tajo de Adjuntas se encontró a *Baiomys taylori* con el 3.22% (1) (Ver Tabla 10).

**4.5 Diversidad y su comparación en las dos localidades:** Solamente se pudo obtener el índice de diversidad sobre la localidad de Santa Ana (0.61) ya que en Tajo de Adjuntas solamente se determinó una especie con un solo registro, debido a las lluvias muy frecuentes (3 salidas), lo cual imposibilitó la captura de individuos, no pudiendo obtener el índice de diversidad para esta localidad.

**4.6 Registros bibliográficos:** Se reportaron 18 especies pertenecientes a 4 familias dentro de un orden. Solamente una especie (*Sciurus oculatus*) es considerada endémica de México y bajo la categoría “Sujeta a Protección Especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver Tabla 11).

**4.7 Comparación de la riqueza de la mastofauna respecto otros estudios:** Se pudo observar que el inventario realizado por Alfredo Dugès (1895) sobre la mayoría del estado, fue el que presentó menor similitud (38.40%) con el presente y los demás inventarios. De forma inversa el trabajo realizado en Sierra Los Agustinos exhibió la similitud más cercana (53.70%) con el presente. Por otro lado el bloque conformado por los estudios 3 ANP – Arandas – Tepeji del Río – Sierra Gorda Gto presentaron una similitud del 45.65% con el bloque del presente estudio (Subcuenca E-S-S – Sierra Los Agustinos) (Ver Figura 12).

## VIII. DISCUSIÓN

### 1. Discusión General

Comparando la riqueza faunística de los vertebrados terrestres encontrados en el presente estudio con otros resultados obtenidos en otras áreas naturales del estado de Guanajuato, se encuentra lo siguiente: ANP Cerro de Arandas cuenta con una riqueza de, 6 especies de anfibios, 18 especies de reptiles, 117 especies de aves y 17 especies de mamíferos; la ANP Laguna de Yuriria, Lago Cráter y Cerro Los Amoles presentan una riqueza de 6 especies de anfibios, 21 especies de reptiles, 122 especies de aves y 24 especies de mamíferos; el ANP Sierra Gorda de Guanajuato presenta 11 especies de anfibios y 34 especies de reptiles; la Sierra de Santa Rosa, 11 especies de anfibios, 20 especies de reptiles y 120 especies de aves; y finalmente la subcuenca E-S-S presenta 11 especies de anfibios, 34 especies de reptiles, 120 especies de aves y 61 especies de

mamíferos.

El resultado obtenido de ese comparativo, nos indica que la riqueza es muy similar con los grupos faunísticos estudiados, a pesar de que la Laguna de Yuriria y su zona de influencia, Sierra de Santa Rosa y Sierra Gorda de Guanajuato, tienen una mayor extensión, diferentes tipos de vegetación y un mucho menor grado de perturbación que la subcuenca E-S-S. Ahora, si se comparan los resultados de los listados faunísticos del presente estudio con los listados de especies de vertebrados realizados para el estado de Guanajuato de acuerdo a lo registrado por Alfredo Dugès (1895), el cual fue el estudio más amplio que se ha realizado para Guanajuato, la riqueza porcentual de la subcuenca cuenta con el 84.61% de anfibios, 85% de reptiles, 19.97% de aves y el 48.71% de mamíferos a nivel estatal y en términos generales el 34.23% de la riqueza estatal de vertebrados terrestres. Estos números son aceptables para un estado pequeño pero que en gran parte (43.75%) se encuentra dentro de la Cuenca Lerma Chapala, cuenca hidrogeográfica que debido a sus condiciones particulares alberga gran parte de los vertebrados terrestres del país (Cotler *et al.*, 2006).

Otro aspecto importante, es que no se encontraron diferencias en la variación de elevación sobre el número o composición de las especies, debido a que, no existe una diferencia marcada en el tipo de vegetación, siendo esta uniforme desde los 2050 hasta los 2500 msnm, encontrando variaciones menores, pero referentes al grado de perturbación. Las partes bajas, presentan mayor perturbación, debido a las extensas zonas de cultivo, mientras que, en las partes altas se observan diferentes grados de afectación a la vegetación producto del desmonte.

Los tipos de vegetación encontrados, son más bien producto del cambio de uso de suelo y el mal aprovechamiento de los recursos que originan la disminución de la cobertura vegetal, que provoca que ciertas comunidades de especies como las nopaleras *Opuntia robusta* y *O.guilanchi* dominen ciertos paisajes, ya que se consideran especies oportunistas e indicadores de perturbación, además que las gramíneas y los cultivos establecidos (14.5% de la superficie del municipio) han permitido el desarrollo de la actividad pecuaria sobre la vegetación nativa muy escasa (IEEG, 2009). La única variante en comunidad vegetal, que se observó y confirmó en mapas, fueron manchones de pino-encino localizados en partes específicas de la cuenca, entre los 2100 y 2300 msnm y la escasa vegetación riparia influenciada por el afluente del Río Guanajuato, concordando con Flores-Villela (1994) que resalta que los bosques de pino coníferas y encino para este estado se ha reducido al 4% desde 1994 mientras que los matorrales xerófilos y pastizales inducidos han

aumentado el 10.45% su superficie por año.

Aunado a esto, la subcuenca presenta la siguiente problemática ambiental: áreas deforestadas asociadas a pastizales en el 63 % de su superficie, actividad minera, erosión del suelo, generación de residuos sólidos y aguas residuales, lo que provoca asolvamiento y contaminación, principalmente en la Presa de "La Soledad". Actualmente el nivel de agua en la presa es muy bajo. El vaso de retención se encuentra muy deteriorado por la erosión tan intensa y tiene efectos adversos: por una parte reduce la capacidad de captación y por otro los sedimentos retienen agua en los poros, esta agua son altas en sales y existen condiciones que favorecen la presencia de componentes que ocasionan mal sabor al agua y pueden contener elementos con potencial tóxico. Una estimación preliminar del volumen de los sedimentos da un valor de 3 a 3.5 millones de toneladas (Ramos, sin año).

## **2. Herpetofauna**

De acuerdo al listado realizado, se observó la presencia de especies comunes en este tipo de ambiente; en anfibios especies como el sapo (*Incilius occidentalis*), la ranita (*Hyla arenicolor*) y en reptiles especies como la cascabel (*Crotalus molossus*), coralillo (*Micrurus tener*), lagartija (*Sceloporus torquatus*), serpiente de collar (*Diadophis punctatus*) y la tortuga de casquito (*Kinosternon integrum*). Además de esto, se obtuvo el primer registro de *Diadophis punctatus* "serpiente pequeña de collar" sobre la subcuenca.

Los datos mostrados sobre estos grupos faunísticos fueron muy escasos por lo cual no se pudo desarrollar una evaluación de la abundancia de ellos, no obstante mediante los datos de presencia y ausencia de las especies registradas, se logró presentar un panorama general. En los reptiles, se confirmó la presencia de sólo 7 especies de la lista de probable ocurrencia y dentro del grupo de anfibios, se confirmó la presencia de solo 2 especies. Siendo la fuente de información más actual para la herpetofauna de la entidad con la que se cuenta, se toma como referencia para hacer la comparación de la riqueza a Reynoso *et al*, 2010 sobre estos 2 grupos. Respecto al grupo de los reptiles, el total encontrado pertenece al 44.15% de las 77 especies de reptiles reportadas para el estado. En los anfibios, el total equivale al 44% de las 25 especies de anfibios reportadas para el estado. Dentro de la herpetofauna de Guanajuato, se documentan 54 especies endémicas para México que representan el 52.9% del total de las especies registradas en el estado, pero de estas, solamente 2 son microendémicas que se comparten con Querétaro y Michoacán respectivamente, 25 tienen relación Neártica, 6 Neártica y Mesoamericana, 5 exclusivamente Mesoamericana, 3 Meso-Sudamericana y 3 intercontinental. Del total de las especies registradas para la subcuenca,

solo 4 son reportadas como endémicas de México (*Lithobates montezumae*, *Pseudoeurycea bellii*, *Salvadora mexicana* y *Aspidoscelis communis*) y corresponden al 3.91% del endemismo estatal.

Comparando con la riqueza nacional, que es aproximadamente de 814 especies de reptiles y 358 especies de anfibios (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004), Guanajuato resguarda en su territorio el 9.4% (77) de las especies de reptiles y el 6.9% (25) de las especies de anfibios, destacando que en la zona de estudio se encontró un total de 45 especies de herpetofauna, se resguarda el 4.17% (34) de reptiles y el 3.07% (11) de anfibios del estado sobre la subcuenca, representando el valor de importancia de este grupo sobre la zona (Reynoso *et al*, 2010).

En cuestión del análisis de similitud en la composición de la diversidad de herpetofauna con otros lugares, se pudieron observar que el bloque de los inventarios Dugès - Santa Rosa, Arandas - Los Agustinos y Sierra Gorda respectivamente, expresaron una similitud con el presente del 42.66% debido fundamentalmente a las pocas especies compartidas (7, 12 y 11) para la subcuenca. Respecto a lo encontrado por Dugès hace más de 100 años, en relación a la riqueza actual de la subcuenca sobre estos grupos importantísimos en calidad de conservación, se puede observar que se encuentra muy lejos de la herpetofauna autóctona del lugar reportando lo señalando Villaseñor (*et al*. 2008) que las lagartijas *Sceloporus aeneus*, *S. scalaris* y *Phrynosoma orbiculare* aparentemente han sido extirpadas de esta sierra y sus alrededores (Santa Rosa) revalidando esto con los resultados encontrados en el presente estudio.

En el caso de Arandas - Los Agustinos, a pesar del tipo de vegetación semejante con la subcuenca, esta relación se debe fundamentalmente a las especies particulares presentes en estos sitios tales como el falso escorpión (*Barisia imbricata*), la culebra de agua nómada mexicana (*Thamnophis eques*), la toluqueña rayada (*Conopsis lineata*), la culebra lineada de bosque (*Thamnophis cyrtopsis*), el chivito (*Anolis nebulosus*), la culebra de tierra (*Conopsis nasus*), la falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum*), la culebra parda mexicana (*Storeria storeriodes*), el roño (*Sceloporus horridus*) y al leptodactílido (*Eleutherodactylus sp*), las cuales se distribuyen dentro de una extensión geográfica más amplia. La similitud subsecuente fue el estudio de Sierra Gorda (42.47%), relacionándose con lo reportado por Fa y Morales (1993) y Vite-Silva (*et al*, 2010), los cuales explican como la alta productividad primaria existente en las epífitas, helechos y otras formas arbustivas de vegetación en bosques tropicales ha generado que se concentre la mayor riqueza específica de pletodóntidos del país sobre este tipo de ambientes debido a los procesos de especiación, diversidad morfológica, ecológica y conductual que experimenta este grupo y otros anfibios.



Por último, el estudio realizado en Meztitlán, exhibió la menor similitud (38.55%) respecto al presente con todos los demás estudios, debido principalmente al distinto tipo de ecosistema (matorral xerófilo) conservado y la lejanía geográfica de éste, explicando así el poco compartimiento de especies comunes.

Finalmente hablando de estos dos grupos taxonómicos, se puede decir que son de los más controversiales en cuanto a las problemáticas ambientales y antropogénicas que sufren sobre el estado de Guanajuato. Estos han sido utilizados tradicionalmente por las culturas prehispánicas sobre todo para alimento. Las ranas (por ejemplo *Lithobates montezumae* y *L. megapoda*) al igual que los ajolotes (*Ambystoma velasci*), son aun consumidos en la actualidad debido a su exquisitez. La atracción de la gente hacia las ranas ha llevado a que irresponsablemente se introduzcan especies exóticas que causan daño a las poblaciones de diversos grupos biológicos locales (Quintero-Díaz *et al.* 2010). Los reptiles, por su parte, son utilizados como mascotas (e.g. las serpientes *Boa constrictor* y *Pituophis deppei*), o bien en la industria peletera muy desarrollada en el estado. Las serpientes en general, pero más las serpientes de cascabel, son sujetas a muerte cotidianamente por su peligrosidad y para ser vendidas como piel en el mercado ilegal, lo que ha ocasionado su disminución en el estado (Reynoso *et al.* 2010). En este sentido, es importante recalcar que se requiere la implementación de medidas de protección de estas especies para evitar su venta ilegal y concientizar a la población sobre la importancia de su conservación. Además de esto, es importante señalar que este tipo de reptiles son útiles en las zonas de cultivo sobre todo en el control de plagas de roedores. Por otro lado, la baja riqueza de especies de anfibios encontrada podría ser una respuesta al contraste de temperaturas que existen durante la estación de secas y lluvias sobre la subcuenca. Aunado a esto el problema de la fertilización con agroquímicos que sufren las zonas agrícolas del Bajío que indudablemente contaminan particularmente el ambiente de los anfibios (Ramírez Bautista y Moreno, 2006). Por sus factores taxonómicos, biogeográficos, de comportamiento y ecológicos, estos dos grupos taxonómicos resultan interesantes e indispensables en el buen funcionamiento de los ecosistemas naturales, y se les ha catalogado como organismos modelo por sus establecidos ciclos de vida, su sensibilización a temperaturas específicas y sus acelerados desarrollos embrionarios (Vite Silva *et al.*, 2010). Dadas estas razones, es de suma importancia este grupo de vertebrados.

### 3. Avifauna

De acuerdo al listado realizado, se corroboró la presencia de especies que comúnmente se encuentran en este tipo de ambiente, tales como el cuilacoche (*Toxostoma curvirostre*), el aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), el junco ojilumbre mexicano (*Junco phaeonotus*), el cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) y el jilguero dominico (*Carduelis psaltria*). Mencionando que se obtuvo el primer registro sobre el municipio de dos tecolotes: el tecolote enano (*Micrathene whitneyi*) y el tecolote ojoscuro serrano (*Otus flammeolus*). De este listado, solamente una especie (*Accipiter cooperi*) es considerada endémica de México y se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de “Sujeta a Protección Especial”. De los registros bibliográficos solamente una especie (*Oporornis tolmiei*) se encuentra incluida en la NOM-059 bajo la categoría de “Amenazada”.

El total de especies de aves presumiblemente presentes dentro de la subcuenca, es de 120 (37 especies detectadas y 83 especies bibliográficas documentadas) en una superficie de 27.82 km<sup>2</sup> (0.09% de la extensión estatal) que representa el 34.7% de la riqueza avifaunística del estado de Guanajuato la cual es de 535 especies de aves (SEMARNAT-CONANP-IEEG, 2005). A partir de una comparación de la riqueza de aves registrada en 5 áreas que se encuentran bajo régimen de protección, ya sea como áreas prioritarias para su conservación (AICAS), como las decretadas a nivel estatal y una reserva de la biósfera, se puede inferir que el trabajo de inventario es muy diferencial y que en algunas de estas se está lejos de considerar completo el trabajo. Por un lado, la parte geográfica de la Cuenca de la Esperanza que tiene una superficie de 18.32 km<sup>2</sup> (0.06% de la extensión del estado), se han registrado 172 especies de aves; mientras que en el AICA de la Sierra de Santa Rosa, en 457.43 km<sup>2</sup> (1.5% con respecto a la entidad), cuenta con una lista de 122 especies (Villaseñor, 2008). Sobre la Sierra de Los Agustinos, se reconoce una riqueza de 151 especies de aves en una superficie de 43.58km<sup>2</sup> (0.14% en relación al estado). La Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato, que tiene una extensión 2368.82 km<sup>2</sup> representa el 7.74% del estado presentando 182 especies. Si se continuase con el inventario de la biodiversidad en la subcuenca E-S-S, se contaría con un conocimiento completo del grupo (Arizmendi y Márquez, 2000). Por lo pronto, se reconoce una riqueza de 120 especies de aves en una superficie más pequeña que una de su área vecina “La Sierra de Santa Rosa”, que tiene una extensión muy semejante con la subcuenca y que sólo rebasa por 2 especies lo reportado en el presente estudio (Villaseñor, 2008). Para esta sierra vecina de la subcuenca, se pudieron detectar ciertas especies en común las cuales fueron: el cuilacoche común (*Toxostoma curvirostre*), el colibrí corona violeta (*Amazilia violiceps*), el mirlo dorso rufo (*Turdus rufopalliatus*) y el mulato azul (*Melanotis*

*caerulescens*) (Estrada-Hernández 2000 En: Arizmendi y Márquez-Valdelamar). La Sierra de Santa Rosa es una zona de reserva manejada por la Fundación Ecológica de Guanajuato, que aunque está bien muestreada, de acuerdo a Arriaga y colaboradores (2000), pocos trabajos se han publicado (e. g. Estrada-Hernández 1996, Labarthe 2004) por lo cual estudios como el presente son complementarios a la biodiversidad de esta región.

Dentro de la estacionalidad encontrada de las 120 especies listadas, 111 (92.50%) son residentes, y 9 (7.50%) migratorias, la cual se da por esta región que es parte de la ruta central de aves migratorias desde Norteamérica. Esta tasa de porcentaje nos indica que la mayoría de las especies reportadas de este grupo habitan el mayor tiempo en la subcuenca, relacionando esta ocurrencia a la todavía existencia adecuada de disponibilidad de recursos fundamentales, como alimento, sitios de anidación y refugio de depredadores naturales (Uriarte y Lozoya, 2009; Estrada H. A, 1996).

Respecto el esfuerzo de captura, la curva de acumulación de especies de este grupo sobre las dos localidades presentó una línea de tendencia logarítmica no aproximada a la asíntota particularmente sobre Santa Ana debido al número bajo de registros relacionándose con el estimador Jackknife de primer orden, el cual estima una riqueza esperada total sobre la localidad de Santa Ana de 18 especies, siendo la riqueza observada de 11 y sobre Tajo de Adjuntas mostrando una riqueza probable de 23 especies vs una riqueza observada de 15. Esto se puede relacionar con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido en las dos localidades sugiriendo más representatividad en los datos ( $R^2$  Santa Ana = 0.8222,  $R^2$  Tajo de Adjuntas = 0.8388). Esta particularidad se debió fundamentalmente a que no se alcanzó el 95% de la representatividad de este grupo en el área por la falta de presupuesto para realizar muestreos más intensos en esfuerzo de captura; sin embargo mediante la ecuación de Clench, se logró conocer que tanto esfuerzo de captura faltaría para tener esta representatividad, obteniendo como resultado 86 días trampa (25% más en esfuerzo de captura), el cual no es muy alejado del realizado, repercutiendo favorablemente la disminución del sesgo estadístico.

Dentro de la evaluación de la abundancia de las especies registradas, se encontró que esta fue muy homogénea (valores muy bajos entre las diferentes especies) como lo habíamos mencionado antes por el esfuerzo de captura insuficiente. A pesar de esto, en un panorama general se puede observar que dentro de Tajo de Adjuntas se reportaron más organismos que en Santa Ana, teniendo como la especie dominante del área *Sayornis nigricans*, el cual vive cercanamente de ríos, lagos y lagunas. Otra ave dominante la cual fue encontrada inclusive a veces en trampas

Sherman fue *Peucaea ruficeps*, especie que se encuentra mucho sobre laderas con gramíneas, matorrales dispersos y bosques abiertos de pino-encino, presenta hasta 12 subespecies y aunque la especie no está considerada como amenazada, algunas subespecies la mayoría nada estudiadas podrían encontrarse en riesgo por la destrucción de su hábitat.

Otra especie carismática dominante encontrada cerca de arroyos y ríos por su aspecto reproductivo y de alimentación fue el martín pescador *Chloroceryle americana*. Otra especie de interés encontrada fue el colibrí garganta rubí *Selasphorus rufus*, que anida en el oeste de Norte América, desde el sur de Alaska hasta la parte norte del estado de California; es la especie de colibrí que recorre la ruta de migración más larga entre sus congéneres. Dos especies migratorias muy raras en relación a su detección fueron *Micrathene whitneyi* y *Otus flammeolus* las cuales se les pudo observar una única vez en el mes de Febrero.

Otra especie migratoria encontrada fue *Seiurus noveboracensis* (chipe charquero), reproduciéndose desde Alaska y el norte de Canadá hasta el norte de E.U.A. inverna desde el extremo sur de E.U.A. y norte de México hasta Ecuador y Perú. Por otra parte dentro de las especies con más avistamientos en el tiempo de estudio, se encontró al colibrí *Cyanthus latirostris* sobre Tajo de Adjuntas, especie generalista con una distribución muy amplia sobre México; y en Santa Ana se encontró al cuervo, especie oportunista que denota el grado de alteración sobre la zona. Finalmente como evaluación general de la abundancia de este grupo podemos decir que la mayoría de las especies y de individuos encontrados en este paisaje fragmentado son particulares de áreas abiertas, las cuales se favorecen con la reducción de las áreas boscosas.

Dentro de la diversidad reflejada por el índice Shannon-Wiener podemos observar sobre la localidad Tajo de Adjuntas un valor relativamente más alto respecto a Santa Ana sin embargo contrastando estos valores mediante la prueba t de Hutcheson no se encontraron diferencias significativas en la riqueza y número de individuos sobre estas localidades, pudiéndose deber esencialmente al mismo arreglo estructural de la vegetación alterada sobre las dos localidades, el cual es fragmentado con muy escasos manchones de encino, impidiendo la existencia de hábitats idóneos para este grupo relacionando esto con lo reportado por Mills *et al.* 1991, quién señala que cuanta mayor riqueza de especies arbóreas mayor número de aves particulares de hábitats boscosos. Esta relación se explica al hecho de que, al presentarse una mayor riqueza de especies de árboles, aumenta la cantidad y variedad de recursos para las aves. De la afirmación anterior de este autor, podemos inferir además que la reforestación nativa entre los fragmentos de bosque escasos de la subcuenca, permitiría que incrementara la diversidad de aves, conservando también

así especies propias de hábitats boscosos, lo cual sería una acción de restauración adecuada.

Finalmente se revisaron 6 listados avifaunísticos realizados en semejante tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) que la subcuenca, al igualmente por su concentración e importancia sobre el estado de Guanajuato (Dugès, 1985; Villaseñor, 1994; Estrada Hernández, 1994; Labarthe, 2004; Villaseñor, 2008; SEMARNAT-CONANP-IEEG, 2005; Uriarte y Lozoya, 2009). Dentro de la representación del dendrograma, se pudo observar que el estudio con más afinidad hacia la subcuenca fue el inventario realizado sobre Los Agustinos (60.74%). En el caso de hábitats agrícolas y de pastizales como en el caso de Los Agustinos, se tiene que ambos hábitats se encuentran geográficamente cercanos lo que provoca que las especies se intercambien y esto cause esta similitud, a pesar de que este sitio presenta una más alta riqueza (150 especies) en un espacio de mucho más dimensiones que la subcuenca, comparte gran parte de esta diversidad en relación a esta (82 especies de 120) además de la semejanza conforme los estratos vegetales abiertos y pobres sobre las dos localidades (debido a las actividades de explotación de carbón que hasta hace una décadas existía, y de leña que todavía prevalece) (Estrada H. A, 1996).

A su vez, este bloque (Subcuenca – Sierra Los Agustinos) se relaciona con el estudio de Sierra Gorda (56.56%), a pesar de que estos dos sitios presentan un gran impacto en deforestación exhiben todavía especies comunes compartidas (70) con el bosque esclerófilo y algunos matorrales de la Sierra Gorda.

Posteriormente, los subsecuentes bloques con afinidad hacia el bloque del presente estudio fueron el de Arandas – Cuitzeo y Santa Rosa (56.17%). En el caso de Arandas – Cuitzeo se relaciona por las 66 y 56 especies compartidas respectivamente con la subcuenca, pudiéndose deber principalmente al factor primordial de la estacionalidad migratoria de la avifauna entre estos dos territorios, que se presenta de los meses de Noviembre a Enero, lo cual forma por momentos específicos una rica composición ecológica sobre la región central de Guanajuato (lagunas de Acámbaro, Yuriria y depósitos acuíferos de Irapuato). En el caso de Santa Rosa por su cercanía geográfica lo que igualmente fomenta el intercambio de especies comunes.

Por último se observó nuevamente que el inventario realizado por Alfredo Dugès, fue el que presentó menor similitud (48.21%) con el presente y el resto de los inventarios debido principalmente al número de especies compartidas (50 de 120), y a los factores ecológicos

presentes hace más de 100 años.

#### **4. Mastofauna**

De acuerdo al listado realizado de mamíferos grandes, se corroboró la presencia de especies que comúnmente se encuentran en este tipo de ecosistema, tales como el coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el mapache (*Procyon lotor*), el conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*). Así mismo, se confirmó la presencia, aunque cada vez más escasa del lince (*Lynx rufus*). Es importante mencionar el registro del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), podría sugerir cierto grado de conservación actual sobre la subcuenca. Igualmente es importante señalar que también se obtuvo el primer registro de *Spilogale angustifrons* para el municipio de Guanajuato. Estas especies registradas no se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, esto no se debe necesariamente a que las poblaciones permanezcan estables, sino a que muchas de las especies no se han estudiado lo suficiente. Los estudios de abundancia permiten identificar cuáles son las especies que por su baja abundancia son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Pérez-Irineo, 2008), tal podría ser el caso de *S. angustifrons* que no había sido reportada para el municipio y que se desconoce el estado actual de su población para realizar una evaluación real de la especie sobre su vulnerabilidad y capacidad de resiliencia sobre otras especies posiblemente más generalistas y tolerantes en la subcuenca E-S-S ante la pérdida de hábitat.

De las 43 especies de mamíferos no voladores presumiblemente presentes en la subcuenca (24 especies bibliográficas documentadas y 19 especies detectadas), se reporta solo un endemismo *Sciurus oculatus* (registro bibliográfico), siendo que dentro de la Cuenca Lerma Chapala se encuentran 138 especies de mamíferos (30% de mamíferos para el país) y de estas 16 son endémicas para el país. Sin embargo la subcuenca por la cercanía a la Ciudad de Guanajuato, el gran impacto de la población con la que cuenta y las actividades agrosilvopastoriles aledañas principalmente dan a formar una gran perturbación en las asociaciones vegetales generando la predominancia de sucesiones secundarias (pastizales y matorrales xerófilos) pobres para resguardar tales especies endémicas (Cotler *et al.*, 2006).

Respecto el esfuerzo de captura, la curva de acumulación de especies de mamíferos pequeños y medianos manifestó sobre las dos localidades que la línea de tendencia logarítmica no termina en una asíntota por lo que podrían encontrarse otras especies (mamíferos pequeños) pudiendo ser ejemplo *Reithrodontomys megalotis* u otras especies del género *Peromyscus*, relacionándose con

el estimador Jackknife de primer orden, el cual estima una riqueza esperada total sobre la localidad de Santa Ana de 11 especies, siendo la riqueza observada de 8; o por otra parte con poblaciones muy bajas o transitorias (mamíferos medianos) pudiendo ser ejemplo *Mustela frenata* o *Puma concolor*, reportando avistamientos de este último en las zonas altas y en peñascos de la subcuenca; y que no fueron registradas con el esfuerzo de captura empleado, lo cual concuerda con el resultado del análisis de Jackknife de primer orden, el cual considera una riqueza esperada total en la localidad de Santa Ana de 17 especies siendo la riqueza observada de 14 especies y en la localidad de Tajo de Adjuntas considerando una riqueza esperada total de 8 especies siendo la riqueza observada de 6 especies.

Dentro de la evaluación de la abundancia de las especies de mamíferos medianos, se encontró que esta fue muy heterogénea (baja y alta entre las diferentes especies). En Santa Ana, se reportó una mayor abundancia relativa por sobre Tajo de Adjuntas, teniendo como la especie dominante *Sylvilagus floridanus* (16 registros) debido fundamentalmente a los pastizales los cuales son el hábitat preferente de esta especie (Ceballos *et al*, 2005d) y la asociación vegetal con más extensión en la subcuenca; posteriormente la especie subsecuente *Procyon lotor* (11 registros) se le observó solamente en actividad nocturna, comúnmente en grupo de 3 individuos y cercanamente al río concordando con Ceballos *et al* (2005c) exponiendo que esta especie se le encuentra fundamentalmente en cuerpos de agua permanentes y es de hábitos nocturnos-crepusculares teniendo una unidad social básica de hembras, machos adultos y juveniles, prefiriendo ser sociales en un periodo breve de tiempo, esta probabilidad se puede percibir en el tiempo de registro donde se observaron que fue de Diciembre a finales de Enero. Sobre Tajo de Adjuntas la evaluación de la abundancia fue homogénea (baja) pudiendo observar a *Canis latrans* (4 registros) como la especie dominante, observándose preferentemente en actividad crepuscular relacionándose con lo reportado por dicha especie en este tipo de hábitat (Ceballos *et al*, 2005b). Es importante mencionar que la importancia de esta especie dentro de este tipo de ecosistema en áreas rurales y en zonas agrosilvopastoriles, tal es el caso de la subcuenca, es objeto de controversia debido a que su presencia siempre se asocia, sin fundamentos claros, con pérdidas económicas por depredación al ganado doméstico, siendo de las especies más perseguidas por los campesinos y ganaderos afectando así su abundancia de corto a mediano plazo. Subsecuentemente la siguiente especie con mayor abundancia *Bassariscus astutus* (3 registros) se le observó solamente en actividad nocturna y solitaria (Ceballos *et al*, 2005a) en los meses de Diciembre y Febrero. Como evaluación general de la abundancia de este grupo, se puede confirmar que todas estas especies de mamíferos registradas son biológicamente generalistas, presentándose en este tipo de

ecosistemas alterados dentro de este rango de abundancias, contrastando respecto a especies especialistas (*Dasyopus novemcinctus*, *Leopardus pardalis* y *Sciurus aureogaster*) o más comunes (*Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus*) registradas sobre ecosistemas conservados como en el caso de Sierra Gorda (Iglesias, 2008) donde las abundancias de estas últimas especies se presenta en un rango más alto.

De acuerdo al número de registros de mamíferos pequeños obtenidos, se reportó la mayor abundancia relativa igualmente sobre Santa Ana, presentando como la especie dominante *Liomys irroratus*, lo que se relaciona con el tipo de vegetación predominante (matorral con pastizal inducido) de la zona encontrándose también esta especie en el presente con *Reithrodontomys fulvescens*, *Baiomys taylori*, *Sigmodon hispidus*, *Peromyscus boylii*, *P. difficilis* y *P. truei* corroborando con lo reportado por Ceballos *et al* (2005e) de esta especie. En relación al índice de diversidad expresado para este grupo dentro de la subcuenca (0.61), es importante señalar que dicho valor es semejante a la diversidad encontrada en ecosistemas perturbados y agroecosistemas cafetaleros (0.63 – 1.4) (Cime Pool *et al.*2010), donde refieren que los valores altos de diversidad de este grupo en particular aumentan de sitios pocos perturbados a los más perturbados debido al incremento de la heterogeneidad espacial a causa de las actividades antropogénicas (explotación ganadera y forestal), donde éstas, facilitan la entrada de especies generalistas y oportunistas. Dicho de otra manera, esta riqueza observada (8 especies), particularmente es relativamente normal respecto al número de especies encontradas en este tipo de ecosistemas alterados. Este estudio muestra la presencia de una comunidad de roedores, en donde principalmente el grado de alteración vegetal, afecta la diversidad de este grupo proporcionando una evaluación general de conservación del sitio.

Por otra parte, conforme a las 16 especies de murciélagos reportadas bibliográficamente para la subcuenca, se encontró que 4 especies (*Desmodus rotundus*, *Macrotus waterhousii*, *Rhogeessa alleni* y *Myotis thysanodes*) (Global Biodiversity Information System, 2010), no se registran en la actualización de Magaña *et al.* (2008), en su listado de 17 especies de quirópteros para el estado, por lo que faltaría la confirmación de dichas especies en la subcuenca sabiendo que su distribución recae dentro de esta región geográfica (Patterson *et al.* 2003). Teniendo en cuenta que el estado de conocimiento de este grupo sobre este municipio es muy escaso, esta primera aproximación puede ser una estrategia para realizar muestreos específicos sobre los lugares donde se les registró, y así desarrollar acciones de conservación sobre el tipo de hábitat alterado de este grupo de mamíferos (cuevas).



En cuanto a la diversidad expresada por el índice de Shannon-Wiener para los mamíferos medianos registrados al analizar cada localidad, se observó un valor más alto en Santa Ana (0.93) respecto a Tajo de Adjuntas (0.70), confirmando a través de la prueba t de Hutcheson, la existencia de diferencias significativas de estos valores sobre estas dos localidades, debido probablemente al desplazamiento de algunos organismos hacia la localidad de Santa Ana (sitio con cierto grado de restauración en cuanto a reforestación) donde encuentran temporalmente mayor disponibilidad de ciertos recursos (alimento y refugio). Por otra parte, la diversidad representada conjuntamente de estas dos localidades para la subcuenca (1.04), en relación a otros estudios, es alta, comparada con el estudio de mamíferos carnívoros en una selva mediana de Tuxtepec, Oaxaca (0.49) (Pérez-Irineo, 2008), siendo que las zonas de bosque templado con diferente grado de perturbación causa mayor presencia de carnívoros (Guevara y Briones-Salas, 2004); el valor es bajo respecto al estudio de mamíferos carnívoros en el bosque templado de Ixtepeji, Oaxaca (1.76) (Botello, 2004; Botello *et al.* 2008) y de la misma manera, el valor del presente es bajo respecto al estudio de mamíferos medianos de Sierra Gorda Guanajuato (2.71) (Botello *et al.*, 2007), debido a la alta tasa de productividad primaria que generan estos ecosistemas (Fa y Morales, 1993). Este contraste proporciona un nivel de referencia a la diversidad encontrada en la subcuenca E-S-S.

Finalmente se revisaron 6 listados mastozoológicos realizados en semejante tipo de vegetación (bosque de encino, pastizales y matorrales subespinosos) que la subcuenca, al igualmente por su concentración e importancia en el estado de Guanajuato (Dugès, 1985; Villaseñor, 2008; SEMARNAT-CONANP-IEEG, 2005; Sánchez-Cordero, 2007; Lopez Mónica, 2009; Uriarte y Lozoya, 2009). Dentro de estos se pudo observar, que el inventario realizado por Alfredo Dugès (1895) sobre la mayoría del estado, es el que presento menor similitud (38.40%) con el presente (19 especies compartidas), debido fundamentalmente a las características ecológicas presentes hace más de 100 años sobre el ecosistema, permitiendo la existencia de especies que actualmente son extintas en forma silvestre como el caso del lobo mexicano *Canus lupus*, o con poblaciones muy disminuidas por la caza como el puma *Puma concolor*, el cual se presume todavía de encontrarse por la subcuenca.

El siguiente bloque menos similar con relación al presente, es el nodo conformado primariamente por Sierra Gorda – 3 ANP – Arandas – Tepeji del Río, (45.65%). Esta diferencia se puede explicar notoriamente por la gran pluralidad en los tipos de vegetación y fisiografía (en el caso de Sierra Gorda) generando procesos de aislamiento y especiación dando como resultado una gran diversidad mastofaunística con un alto grado de conservación (Fa y Morales, 1993) no compartida

en la subcuenca y en segundo término por la lejanía geográfica del presente respecto los estudios de las 3 ANP (ubicadas al sur de Guanajuato en los municipios de Yuriria y Moroleón) y Tepeji del Río (ubicada en el estado de Hidalgo), no compartiendo de esta manera entre sí especies comunes.

Por otra parte, el estudio con más afinidad hacia el presente, fue el realizado en la Sierra Los Agustinos (53.70%) sobre el municipio de Acámbaro, Guanajuato, a pesar de que este último sitio presenta mayores dimensiones geográficas que la subcuenca, sobresale su relación por el grado de alteración compartido sobre la vegetación y la afinidad por las especies compartidas (29) siendo la mayor parte de estas, especies generalistas como la zorra gris, el coyote, el cacomixtle, el mapache, el ratón de abazones, el lince y el conejo de monte.

## **IX. CONCLUSIONES**

Se elaboró un listado sistemático de 226 especies de vertebrados terrestres distribuidas por grupo de la siguiente forma: 11 especies de anfibios (9 documentadas y 2 detectadas), 34 especies de reptiles (27 documentadas y 7 detectadas), 120 especies de aves (83 documentadas y 37 detectadas) y 61 especies de mamíferos (42 documentadas y 19 detectadas).

Del total de las especies de vertebrados registradas, 5 son endémicas de México (*Sciurus oculatus*, *Lythobates montezumae*, *Pseudoeurycea bellii*, *Salvadora mexicana* y *Aspidoscelis communis*) y 13 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: 4 especies bajo la categoría de "Amenazadas" (*Taxidea taxus*, *Choeronycteris mexicana*, *Oporornis tolmiei* y *Pseudoeurycea bellii*) y 9 bajo la categoría "Sujetas a Protección Especial" (*Sciurus oculatus*, *Accipiter cooperi*, *Lythobates montezumae*, *Salvadora mexicana*, *Sceloporus grammicus*, *Aspidoscelis communis*, *Crotalus molossus*, *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes*).

Los 161 registros documentados (obtenidos mediante la metodología del uso de informadores biológicos en línea) incrementaron en un 42% la riqueza (obtenida mediante los diferentes métodos de trapeo) del presente estudio.

Dentro de la composición de la diversidad de los grupos faunísticos registrados, únicamente se expresaron diferencias significativas (70.95% de disimilitud en los registros entre las dos localidades) dentro de las abundancias relativas de los mamíferos medianos.

La diversidad registrada para los diferentes grupos faunísticos de la subcuenca E-S-S es muy similar a la diversidad encontrada sobre ecosistemas de vegetación alterada de áreas protegidas dentro del estado de Guanajuato.

Finalmente es de suma importancia expresar que sobre el estado de Guanajuato, existe una falta grave sobre el conocimiento formal biológico actual, ya que en la mayoría de los casos no se sabe ni siquiera que especies concretamente se encuentran en muchas zonas, particularmente en Áreas Protegidas, las cuales en ocasiones fueron decretadas *ad hoc*, existiendo muy poco o nulo manejo sobre estas ya que no se tiene conocimiento de estudios precisos sobre la biología de las especies que lo habitan y mucho menos los efectos de la degradación, fragmentación y destrucción de hábitat sobre ellos. Para empeorar aún más este escenario, este desconocimiento ha llevado a instancias de Gobierno a implementar explícitamente estrategias de introducción de especies exóticas nocivas dentro de los “programas de restauración”. El programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato (POGEG, 1999) menciona literalmente que “se promoverá la repoblación de cuerpos de agua con especies de fauna nativa: charal, carpa, rana toro, etc.” (Artículo décimo: inciso iv). Tanto la carpa como la rana toro son exóticas a los sistemas acuáticos locales y la introducción de nuevos organismos para “repoblar” es una estrategia ecológicamente errónea. Este es el ejemplo exacto de La Presa Soledad encontrada dentro de esta subcuenca. Es por esto que la caracterización faunística que logra el presente estudio donde se contribuye de una manera general al conocimiento biológico sobre el estado y del municipio de Guanajuato, juega un papel fundamental primeramente en el establecimiento de planes de manejo de las especies (fundamentalmente sobre las 13 reportadas en la NOM-059-2010) para posteriormente implementar estrategias básicas de restauración ecológica realmente correctas, a la par de esto, es esencial que se siga continuando con estudios más persistentes en tiempo para obtener información de la comunidad de especies nativas e indicadoras ambientales que permitan como fin la protección y el manejo sustentable de la subcuenca.

Dicho esto, como propuestas de manejo, se plantean las siguientes acciones:

- Realizar programas de monitoreo de especies faunísticas de forma constante, de esta manera conociendo el grado de disminución de las poblaciones en el transcurso del tiempo, identificando a las especies más sensibles, desarrollando estrategias de protección.
- Elaboración de mapas de riesgo de erosión, para delimitar las zonas prioritarias que serán sugeridas para la regeneración y con ello establecer a largo plazo el potencial de los

servicios ambientales hidrológicos de las cuencas (secuestro de carbono).

- Restauración del suelo, por medio de procesos de reforestación con especies nativas locales, que permitan la generación de suelos fértiles capaces de sostener un ecosistema.
- Gestionar el uso de tecnologías alternativas para el manejo de los residuos sólidos urbanos, impulsando el establecimiento de plantas con sistemas de reciclaje.
- Fomentar y apoyar (académica, administrativa y económicamente) el establecimiento de UMA's e invernaderos dentro de las comunidades de esta ANP, en el aprovechamiento de los recursos que puede generar, tales como la elaboración de productos a base de especies de flora y fauna (tunas, miel, serpiente de cascabel) permitiendo alcanzar el óptimo manejo del concepto de sustentabilidad a la par de alcanzar el certificado de etiqueta verde de dichos productos.
- Implementación de programas de educación ambiental como promoción de los aspectos mencionados anteriormente.

## **X. LITERATURA CITADA**

Alvarado Díaz, J. y Sauzo Ortuño I. 2006. *Reptiles venenosos de Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 118p.

American Ornithologist Union. 2011. Consultado en Enero del 2011. Check-list of North American Birds, página web de American Ornithologist Union: <http://www.aou.org/checklist/north/index.php>.

Angulo, M. J. 1985. *Relación clima-vegetación en el estado de Guanajuato*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 106p.

Anónimo. 1980. *Síntesis geográfica del estado de Guanajuato*. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 198p.

Arizmendi, M. del C. y L. Márquez-Valdelamar (Eds.). 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. Conabio – Cipamex y National Fish and Wildlife Foundation. 440p.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 609p.

Elizalde-Arellano C., Botello F., López-Vidal J.C., G. E. Magaña-Cota. V. Sánchez-Cordero., Sánchez O y Téllez-Girón G. (en prensa). *Mamíferos Silvestres de Guanajuato: Estado de su Conocimiento*. En: Botello F., V. Sánchez-Cordero, G. E. Magaña-Cota, R. Cecaíra-Ricoy, y E. Kato-Miranda. La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de estado. Instrumentos y Prioridades de Conservación para el Estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado; la Universidad de Guanajuato; el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN-Irapuato; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; el Instituto de Ecología A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. México.

Botello F., V. Sánchez-Cordero, G. E. Magaña-Cota. 2007. *Diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Xichú, Guanajuato*. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. 10p.

Botello L. F. 2004. *Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 58p.

Botello, F., V. Sánchez Cordero y G. González. 2008. *Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México*. 335-354 pp. En: C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México vol. II*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México.

Campos-Rodríguez, J.I., C. Elizalde Arellano, J.C. López Vidal, G.F. Aguilar Martínez, S.N. Ramos Reyes y R. Hernández Árciga. 2009. Nuevos registros de anfibios y reptiles para Guanajuato, procedentes de la Reserva de la Biosfera "Sierra Gorda de Guanajuato" y zonas adyacentes. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 25: 269-282.

Campos-Rodríguez, J.; L. Chambert; M. Díaz and F. Mendóza-Quijano. 2004. Geographic distribution: *Gerrhonotus liocephalus*. *Herpetological Review*. 35(3), 286-287.

Campos-Rodríguez, J.; L. Chambert; M. Díaz; R. Hernández Arciga and F. Mendóza Quijano. 2004. Geographic distribution: *Lepidophyma occulor*. *Herpetological Review*. 35(3), 288-289.

Canseco Márquez, L.; F. Mendóza-Quijano y M. Gutierrez-Mayen. 2004. *Análisis de la distribución de la herpetofauna*. Obtenido dentro de Luna, I.; J. Manrique y D. Espinoza (Ed.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. CONABIO. México, D.F. 417-437 pp.

Casas Andreu, G. y C. McCoy. 1987. *Anfibios y reptiles de México: claves ilustradas para su identificación*. Ed. Limusa. México, D.F. 87p.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005a. *Bassariscus astutus* (Lichtenstein 1830) cacomixtle. 408p. En: *Los Mamíferos Silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005b. *Canis latrans* Say 1823. coyote. 349p. En: *Los*

Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005c. *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758) mapache. 415-417 pp. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005d. *Silvilagus floridanus* (J. A. Allen, 1890) conejo. 843 p. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005e. *Liomys irroratus* (Gray, 1868) ratón de abazones. 628p. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, coords.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Ceballos, G., y G. Oliva. (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Cime Pool, J.A., S.F. Hernández Betancourt, R.C. Barrientos y A.A. Castro Luna. 2010. Diversidad de pequeños roedores en una selva baja caducifolia del noreste de Yucatán, México. *Therya*. 1:23-40.

Colwell. R. K. 2004. *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Consultado en Enero del 2010, página web: <http://viceroy.eeb.uconn.edu>

CONABIO. 2008. *Conocimiento actual de la biodiversidad*. En: *Capital natural de México* (vol. 1.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Cotler A. H., de Anda S. J., Mazari H. M. 2006. *Atlas de la Cuenca Lerma – Chapala. Construyendo Una Visión Conjunta*. SEMARNAT – INE. UNAM – Instituto de Ecología.

Don E. Wilson & DeeAnn M. Reeder (editors). 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed). Consultado en Enero del 2010, página web Johns Hopkins

University Press: <http://www.press.jhu.edu>.

Dugès, A. 1895. Flora y fauna del Estado de Guanajuato, Guanajuato. México, Gto.

Dugès, A. 1896. Reptiles y Batracios de los Estados Unidos Mexicanos. *Naturaleza*. 2(2):479-485.

Estrada Hernández, A. 1996. *Estudio preliminar de la avifauna de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México*. Tesis. FES-Iztacala, UNAM. México, D.F. 74p.

Estrada H., A. 2000. *Aica 27. Sierra de Santa Rosa*. Pp. 127. En: M del C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar (Eds.). *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. Conabio, Cipamex y National Fish & Wildlife Foundation. 440p.

Fa, J. y L.M. Morales. 1998. *Patrones de diversidad de mamíferos de México*. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México, 315-352pp.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México, vertebrados, terrestres, vegetación y uso de suelo* (2da. ed.). CONABIO-UNAM. México, D.F., 436p.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Marquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*. 20(2): 115-144.

Frost, Darrel R. 2010. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Consultado en Enero del 2010, página web: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Sin año. *Acceso libre a datos de Biodiversidad*. Consultado en Enero del 2010, página web: <http://data.gbif.org>.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Nueva York, 851p.

Instituto Estatal de Ecología del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Cuadernos municipales:



Guanajuato, Guanajuato.

InfoNatura. 2007. *Aves, Mamíferos y Anfibios de América Latina*. Consultado en Enero del 2010, página web: <http://www.natureserve.org/infonatura>

Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2010. Consultado en Enero del 2010, página web: <http://www.itis.gov>.

Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revta. Ibér. Aracnol.*, 8: 151-161.

Labarthe Horta, V. 2004. *Las aves de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato*. Fundación Ecológica de Guanajuato, A.C. Instituto Estatal de Ecología del Estado de Guanajuato, Guanajuato, Gto. 229p.

Liner, E. A. 2007. A Checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Natural Science* No. 80, Louisiana State University, Baton Rouge.

López M. R. 2009. Inventario de la mastofauna en la vegetación natural de Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 58p.

Magaña-Cota, G. G. Tellez Girón y O. Sánchez. 2008. *Murciélagos de Guanajuato, México: avances y perspectivas*. Ficha técnica. Museo de Historia Natural "Alfredo Dugès", Universidad de Guanajuato.

Magaña-Cota, G.; J. Iglesias; V. Sánchez Cordero; R. Bolaños y F. Botello. 2008. *Estudio preliminar de la mastofauna del Municipio de Yuriria, Guanajuato, México*. V Encuentro: Participación de la Mujer en la Ciencia. León, Gto.

Mammal Networked Information System. (MANIS). 2008. Consultado en Enero del 2010, página web University of California, Berkeley, CA: <http://manisnet.org/manis/>

Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Guía de Identificación de murciélagos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D.F. 83 p.

Mills, G. S., Dunning, J. B., Bates, J. M. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bulletin* 103: 468-479.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental – Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre. 78p.

Olvera Pedraza, J., U. Padilla García; A. Morales Ortiz y P. Gutiérrez Yurritia. 2002. *Bases ecológicas para el manejo de la herpetofauna de la Subcuenca del Río Laja, Centro de México*. Memorias: VII Reunión Nacional de Herpetología, Guanajuato. México.

Patterson, B. D., G. Ceballos, W. Sechrest, M. F. Tognelli, T. Brooks, L. Luna, P. Ortega, I. Salazar y B. E. Young. 2003. *Digital Distribution Maps of the Mammals of the Western Hemisphere*, version 1.0. página web de NatureServe: [www.natureserve.org](http://www.natureserve.org).

Peterson, R. y E. Chalif. 1989. *Aves de México: guía de campo*. Ed. Diana. México. 473p.

POGEG. 1999. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato. *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Guanajuato, Gto. 15p.

POGEG. 2006. Declaratoria del Área Natural Protegida “Área de Restauración Ecológica Cuenca La Soledad”. *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato*. Guanajuato, Gto. 62–70 pp.

Quintero Díaz, G. E., Berlín Diosdado, J. A. y L. A. López Carreón. 2010. Anfibios y reptiles exóticos en Guanajuato. En: *Estudio sobre Biodiversidad del Estado de Guanajuato*. CONABIO.

Ramírez-Bautista, A. y C. Moreno. 2006. Análisis comparativo de la herpetofauna de cuatro regiones geográficas de México. En: *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad* 3. Publicaciones Sociedad Herpetológica Mexicana, México, D.F. 74-98 pp.

Ramos A. Y. Sin año. Propuesta sobre la “Evaluación de los servicios ambientales hidrológicos en

cuencas con diferente grado de deterioro ambiental: implementación de una red de monitoreo de la calidad de aguas y suelos”. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Gto.

Reynoso, V. H., Hernández Adriana y Sánchez Marina. (en prensa). *Anfibios y Reptiles del estado de Guanajuato*. En Botello F., V. Sánchez-Cordero, G. E. Magaña-Cota, R. Cecaíra-Ricoy, y E. Kato-Miranda. La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de estado. Instrumentos y Prioridades de Conservación para el Estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado; la Universidad de Guanajuato; el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN-Irapuato; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; el Instituto de Ecología A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. México. En: *Estudio sobre Biodiversidad del Estado de Guanajuato*. En prensa. Biodiversidad de Guanajuato. CONABIO.

Rocha A.R., R. Chávez, A. Ramírez y S. Cházaro. 2006. *Comunidades. Métodos de estudio*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 248p.

Rodríguez Yáñez, C. A., R. M. Villalón C. y A. G. Navarro S. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología* No. 8. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 146p.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F. 429p.

Sánchez Luna, M., González-Hernández, A. J., Cabrera-Guzmán, E. & V. H. Reynoso. 2009a. *Leptophis diplotropis diplotropis* Geographic Distribution. *Herpetological Review* 40(4):456.

Sánchez-Luna, M., González-Hernández, A. J., Cabrera-Guzmán, E. & V. H. Reynoso. 2009b. *Anolis nebulosus* Geographic Distribution. *Herpetological Review* 40(4): 450.

Sánchez-Cordero, V. 2007. *Inventario de la diversidad de mamíferos, anfibios, reptiles y aves de tres áreas naturales protegidas al sur del Estado de Guanajuato*. Anexo 1. Guanajuato, Gto.

Santos-Barrera and F. Mendoza-Quijano. 2004. Geographic distribution: *Leptodeira septentrionalis*. *Herpetological Review*. 35(3): 292-293.

SEMARNAT. 2000. *Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. Secretaria de Medio

Ambiente y Recursos Naturales. Guanajuato, Gto.

SEMARNAT-CONANP-IEEG. 2005. *Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Guanajuato, Gto. 176p.

StatSoft Inc. 1998. Consultado en Enero del 2010, página web de Statistica para Windows: <http://statsoft.com>

Uriarte G. P., Lozoya G. E. 2009. *Manual del Inventario de la Fauna del Área Natural Protegida "Cerro de Arandas"*. Irapuato, Gto.

Vázquez Díaz, J. y G. Quintero Díaz. 2005. *Anfibios y Reptiles de Aguascalientes*. CONABIO. México, D.F. 318p.

Vega Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). 2007. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. UNAM. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

Villa, Bernardo, y Fernando A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Villaseñor G. L. E. 1994. *Avifauna terrestre y acuática del Lago de Cuitzeo, México*. Ciencia Nicolaita No.6. Morelia, Mich. 48-64 pp.

Villaseñor G., L. E. (Edit.). 2008. *Diagnóstico ambiental del área de uso sustentable Sierra de Los Agustinos, municipio de Acámbaro, Guanajuato*. Ayuntamiento de Acámbaro, Guanajuato y Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Editorial Universitaria. Morelia, Mich. 232p.

Vite Silva, Victor D. Ramírez-Bautista, Aurelio, Hernández-Salinas, Uriel. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad [en línea]*.

Woolrich Piña, G.; L. Oliver López y Lemus Espinal. 2005. *Anfibios y reptiles del Valle de Zapotitlan de Salinas, Puebla*. UNAM-CONABIO. México, D.F. 54p.

Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

**TABLAS Y FIGURAS**

Tabla 1. Número de especies de vertebrados registrados en distintas zonas de Guanajuato.

Grupo de vertebrados	Según A. Dugès, 1895	Según Villela y Geréz, 1994**	Según Sánchez Cordero, 2007 *	Según Villaseñor, 2008	Según Uriarte y Lozoya, 2009***
Mamíferos	39	14	24	33	17
Aves	194	39	122	151	117
Reptiles	40	31	22	16	18
Anfibios	13	6	7	4	6
Peces	9	8	-	-	-
<b>Total</b>	<b>295</b>	<b>98</b>	<b>175</b>	<b>204</b>	<b>158</b>

\* Inventario Faunístico ANP's Laguna de Yuriria, Lago Cráter La Joya y Los Amoles.

\*\* El trabajo de Flores-Villela y Geréz, hace solo referencia a vertebrados endémicos a Mesoamérica presentes en Guanajuato.

\*\*\* Inventario Faunístico ANP "Cerro de Arandas".

Tabla 2. Listado de Reptiles y Anfibios (clasificación propuesta de anfibios por Amphibian Species of the World, 2010; para reptiles por The Reptile Database, 2010; y el nombre común de acuerdo a Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2010) de las especies registradas en el presente y bibliográficamente para la zona.

Clasificación Taxonómica	Nombre común	Método de registro
<b>AMPHIBIA</b>		
<b>Anura</b>		
<b>Bufonidae</b>		
<i>Incilius occidentalis</i> (Camerano, 1879)		Avistamiento
<i>Incilius valliceps</i> (Wiegmann, 1833)		Registro bibliográfico
<b>Hylidae</b>		
<i>Hyla arenicolor</i> (Cope, 1866)	rana de árbol color arena	Avistamiento
<i>Hyla miotympanum</i> (Cope, 1866)	rana de árbol mixe	Registro bibliográfico
<i>Hyla eximia</i> (Baird, 1854)	rana de árbol de montaña	Registro bibliográfico

<i>Trachycephalus venulosus</i> (Laurenti, 1768)	rana de árbol lechosa	Registro bibliográfico
<b>Leptodactylidae</b>		
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	rana nidificadora de sabinál	Registro bibliográfico
<b>Ranidae</b>		
<i>Lithobates montezumae</i> (Baird, 1854)	rana de Moctezuma	Registro bibliográfico
<i>Lithobates zweifeli</i> (Hillis, Frost and Webb, 1984)	rana de Zweifel	Registro bibliográfico
<b>Caudata</b>		
<b>Plethodontidae</b>		
<i>Pseudoeurycea bellii</i> (Gray, 1850)	tlaconete pinto	Registro bibliográfico
<i>Thorius papaloae</i> Hanken and Wake, 2001	salamandra de Papalo	Registro bibliográfico
<b>REPTILIA</b>		
<b>Squamata</b>		
<b>Colubridae</b>		
<i>Pituophis melanoleucus</i> (Daudin, 1803)	culebra sorda toro	Registro bibliográfico
<i>Salvadora mexicana</i> (Baird and Girard, 1853)	culebra-parchada mexicana	Avistamiento
<i>Tantilla bocourti</i> (Günther, 1895)	culebra encapuchada de Bocourt	Registro bibliográfico
<i>Toluca lineata</i> Kennicott, 1859	culebra-toluqueña lineada	Registro bibliográfico
<i>Trimorphodon tau</i> Cope, 1870	culebra lira mexicana	Registro bibliográfico
<b>Dipsadidae</b>		
<i>Diadophis punctatus</i> (Linnaeus, 1766)	culebra de collar	Avistamiento
<b>Elapidae</b>		
<i>Micrurus tener</i> (Baird and Girard, 1853)	coralillo verdadera	Avistamiento
<b>Gekkonidae</b>		
<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril and Bibron, 1836	geco casero bocón	Registro bibliográfico
<b>Leptotyphlopidae</b>		
<i>Leptotyphlops goudoti</i> (Duméril and Bibron, 1844)		Registro bibliográfico
<b>Phrynosomatidae</b>		
<i>Holbrookia maculata</i> Girard, 1851	lagartija sorda menor	Registro bibliográfico
<i>Holbrookia propinqua</i> Baird and Girard, 1852	lagartija sorda carinata	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus formosus</i> Wiegmann, 1834	lagartija escamosa esmeralda norteña	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus gadoviae</i> Boulenger, 1905	lagartija escamosa de Gadow	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	lagartija escamosa de mezquite	Registro bibliográfico

<i>Sceloporus jalapae</i> Günther, 1890	lagartija escamosa jalapeña	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus jarrovi</i> Cope in Yarrow, 1875	lagartija espinosa de montaña	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus lundelli</i> Smith, 1939	lagartija escamosa de Lundell	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus mucronatus</i> Cope, 1885	lagartija escamosa de grieta sureña	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus ochoterena</i> Smith, 1934	lagartija escamosa de Querétaro	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus parvus</i> Smith, 1934	lagartija escamosa panza azul	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus spinosus</i> Wiegmann, 1828	lagartija escamosa espinosa	Registro bibliográfico
<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann, 1828	lagartija escamosa barrada	Avistamiento
<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann, 1834	lagartija escamosa panza rosada	Registro bibliográfico
<b>Scincidae</b>		
<i>Eumeces brevisrostris</i> (Günther, 1860)	eslizón chato	Registro bibliográfico
<b>Scaphiopodidae</b>		
<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863)		Registro bibliográfico
<b>Teiidae</b>		
<i>Ameiva undulata</i> (Wiegmann, 1834)	ameiva metálica	Registro bibliográfico
<i>Aspidoscelis exsanguis</i> (Lowe, 1956)	huico moteado chihuahuense	Registro bibliográfico
<i>Aspidoscelis communis</i> (Cope, 1878)	huico moteado gigante	Registro bibliográfico
<i>Aspidoscelis gularis</i> (Baird & Girard, 1852)	huico moteado del este	Registro bibliográfico
<i>Aspidoscelis guttata</i> (Wiegmann, 1834)	huico correcaminos mexicano	Registro bibliográfico
<b>Typhlopidae</b>		
<i>Ramphotyphlops braminus</i> (Daudin, 1803)	Serpiente-ciega de Braminy	Registro bibliográfico
<b>Viperidae</b>		
<i>Crotalus molossus</i> (Baird and Girard, 1853)	víbora cascabel cola negra	Avistamiento
<b>Testudines</b>		
<b>Kinosternidae</b>		
<i>Kinosternon integrum</i> (LeConte, 1854)	tortuga pecho quebrado mexicana	Avistamiento
<i>Kinosternon hirtipes</i> (Wagler, 1830)	tortuga pecho quebrado rugosa	Avistamiento

Tabla 3. Listado avifaunístico (clasificación propuesta por American Ornithologist Union, 2011; y nombre común de acuerdo a Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2010) de las especies registradas en el presente estudio.

Clasificación Taxonómica	Nombre común	Estacionalidad	Método de registro
<b>ACCIPITRIFORMES</b>			
<b>Accipitridae</b>			
<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte, 1828)	gavilán de Cooper	Residente	Avistamiento
<i>Buteo jamaicensis</i> (J. F. Gmelin, 1788)	aguililla cola roja	Residente	Avistamiento

<b>APODIFORMES</b>			
<b>Trochilidae</b>			
<i>Cyananthus latirostris</i> (Swainson, 1827)	colibrí pico ancho	Residente	Avistamiento
<i>Selasphorus rufus</i> (Gmelin, 1788)	zumbador rufo	Migratorio	Red
<b>COLUMBIFORMES</b>			
<b>Columbidae</b>			
<i>Columbina inca</i> (Lesson, 1847)	tórtola cola larga	Introducida	Red
<b>CORACIIFORMES</b>			
<b>Alcedinidae</b>			
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martín pescador verde	Residente	Red
<b>CUCULIFORMES</b>			
<b>Cuculidae</b>			
<i>Geococcyx californianus</i> (Lesson, 1829)	correcaminos	Residente	Fototrampa
<b>FALCONIFORMES</b>			
<b>Falconidae</b>			
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	halconcito colorado	Residente	Avistamiento
<b>PASSERIFORMES</b>			
<b>Cardinalidae</b>			
<i>Passerina cyanea</i> (Linnaeus, 1766)	azulejo	Residente	Red
<b>Corvidae</b>			
<i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)	cuervo	Residente	Avistamiento
<b>Emberizidae</b>			
<i>Melospiza fusca</i> (Swainson, 1827)	rascador pardo	Residente	Red
<i>Melospiza lincolni</i> (Audubon, 1834)	gorrión de Lincoln	Residente	Red
<i>Junco phaeonotus</i> (Wagler, 1831)	junco ojilumbre mexicano	Residente	Red
<i>Peucaea cassinii</i> (Woodhouse, 1852)	zacatonero de Cassin	Residente	Red
<i>Peucaea ruficeps</i> (Cassin, 1852)	zacatonero corona rufa	Residente	Red
<i>Spizella passerina</i> (Bechstein, 1798)	gorrión coronirrufo cejiblanco	Residente	Red y Fototrampa
<b>Fringillidae</b>			
<i>Carduelis psaltria</i> (Say, 1823)	jilguero dominico	Residente	Red
<b>Hirundinidae</b>			
<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	golondrina tijereta	Residente	Red
<b>Icteridae</b>			
<i>Icterus parisorum</i> (Bonaparte, 1838)	bolsero parisino	Residente	Red
<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	bolsero Oriole	Migratorio	Avistamiento
<b>Laniidae</b>			
<i>Lanius ludovicianus</i> (Linnaeus, 1766)	alcaudón verdugo	Residente	Avistamiento



<b>Mimidae</b>			
<i>Melanotis caerulescens</i> (Swainson, 1827)	mulato azul	Residente	Red
<i>Toxostoma curvirostre</i> (Swainson, 1827)	cuitlacoche pico curvo	Residente	Red y Fototrampa
<b>Parulidae</b>			
<i>Dendroica coronata</i> (Linnaeus, 1766)	chipe coronado	Residente	Red
<i>Seiurus noveboracensis</i> (Gmelin, 1789)	chipe charquero	Migratorio	Red
<b>Ptilonotidae</b>			
<i>Phainopepla nitens</i> (Swainson, 1838)	capulinerio negro	Residente	Avistamiento
<b>Troglodytidae</b>			
<i>Thryomanes bewickii</i> (Audubon, 1827)	chivirín de cola oscura	Residente	Red
<b>Turdidae</b>			
<i>Catharus guttatus</i> (Pallas, 1811)	zorzal cola rufa	Residente	Red
<i>Turdus sp</i>		Residente	Fototrampa
<b>Tyrannidae</b>			
<i>Empidonax sp</i>		Residente	Red
<i>Myiarchus nuttingi</i> (Ridgway, 1882)	papamoscas copetón de nutting	Residente	Red
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	cardenalito	Residente	Avistamiento
<i>Sayornis nigricans</i> (Swainson, 1827)	papamoscas negro	Residente	Red
<i>Tyrannus sp</i>			Avistamiento
<b>PELECANIFORMES</b>			
<b>Ardeidae</b>			
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	garza azul	Residente	Avistamiento
<b>STRIGIFORMES</b>			
<b>Strigidae</b>			
<i>Micrathene whitneyi</i> (J. G. Cooper, 1861)	tecolote enano	Migratorio	Red
<i>Otus flammeolus</i> (Kaup, 1852)	tecolote ojioscuro serrano	Migratorio	Red

Tabla 4. Abundancia relativa y registros (frecuencia de ocurrencia) de las especies de aves registradas en el presente estudio mediante redes de niebla sobre la subcuenca E-S-S.

Especies	Santa Ana		Tajo de Adjuntas	
	A.R (%)	Frecuencia	A.R (%)	Frecuencia
<i>Empidonax sp</i>	4.65	2	0	0
<i>Icterus parisorum</i>	2.32	1	0	0
<i>Micrathene whitneyi</i>	2.32	1	0	0
<i>Myiarchus nuttingi</i>	6.97	3	0	0
<i>Otus flammeolus</i>	2.32	1	0	0
<i>Selasphorus rufus</i>	2.32	1	0	0
<i>Spizella passerina</i>	2.32	1	0	0
<i>Peucaea ruficeps</i>	2.32	1	6.97	3

<i>Peucaea cassini</i>	0	0	4.65	2
<i>Seiurus noveboracensis</i>	0	0	4.65	2
<i>Thryomanes bewickii</i>	4.65	2	2.32	1
<i>Melospiza fusca</i>	0	0	2.32	1
<i>Passerina cyanea</i>	0	0	2.32	1
<i>Melospiza lincolnii</i>	2.32	1	0	0
<i>Sayornis nigricans</i>	0	0	9.3	4
<i>Melanotis caerulescens</i>	4.65	2	2.32	1
<i>Toxostoma curvirostre</i>	0	0	2.32	1
<i>Cyananthus latirostris</i>	2.32	1	0	0
<i>Dendroica coronata</i>	0	0	4.65	2
<i>Catharus guttatus</i>	0	0	2.32	1
<i>Carduelis psaltria</i>	0	0	2.32	1
<i>Chloroceryle americana</i>	0	0	6.97	3
<i>Hirundo rustica</i>	0	0	4.65	2
<i>Columbina inca</i>	0	0	2.32	1
	<b>39.48</b>	<b>17</b>	<b>60.40</b>	<b>26</b>

Tabla 5. Listado avifaunístico (clasificación propuesta por American Ornithologist Union, 2008; y nombre común de acuerdo a Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2010) de las especies reportadas bibliográficamente para la subcuenca E-S-S.

Clasificación Taxonómica	Nombre común	Estacionalidad
<b>ANSERIFORMES</b>		
<b>Anatidae</b>		
<i>Anas americana</i> (Gmelin, 1789)	pato chalcuán	Residente
<i>Anas strepera</i> (Linnaeus, 1758)	pato friso	Residente
<i>Aythya affinis</i> (Eyton, 1838)	pato boludo menor	Residente
<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin, 1789)	pato tepalcate	Residente
<b>APODIFORMES</b>		
<b>Apodidae</b>		
<i>Aeronautes saxatalis</i> (Woodhouse, 1853)	vencejo pecho blanco	Residente
<b>Trochilidae</b>		
<i>Amazilia violiceps</i> (Gould, 1859)	colibrí corona violeta	Residente
<i>Eugenes fulgens</i> (Swainson, 1827)	colibrí magnífico	Residente
<i>Hylocharis leucotis</i> (Vieillot, 1818)	zafiro oreja blanca	Residente
<i>Colibri thalassinus</i> (Swainson, 1827)	colibrí oreja violeta	Residente
<b>CHARADRIIFORMES</b>		
<b>Charadriidae</b>		
<i>Charadrius vociferus</i> (Linnaeus, 1758)	chorlo tildío	Residente
<b>Scolopacidae</b>		
<i>Calidris minutilla</i> (Vieillot, 1819)	playero chichicuilote	Residente

<b>COLUMBIFORMES</b>		
<b>Columbidae</b>		
<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	paloma doméstica	Introducida
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	tórtola coquita	Residente
<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus, 1758)	paloma ala blanca	Residente
<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus, 1758)	paloma huilota	Residente
<b>FALCONIFORMES</b>		
<b>Cathartidae</b>		
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	zopilote aura	Residente
<b>GALLIFORMES</b>		
<b>Odontophoridae</b>		
<i>Colinus virginianus</i> (Linnaeus, 1758)	codorniz cotuí	Residente
<b>GRUIFORMES</b>		
<b>Rallidae</b>		
<i>Fulica americana</i> (Gmelin, 1789)	gallareta americana	Residente
<i>Porzana carolina</i> (Linnaeus, 1758)	polluela sora	Residente
<b>PASSERIFORMES</b>		
<b>Aegithalidae</b>		
<i>Psaltriparus minimus</i> (Townsend, 1837)	sastrecillo	Residente
<b>Bombycillidae</b>		
<i>Bombycilla cedrorum</i> (Vieillot, 1808)	ampelis chinito	Residente
<b>Cardinalidae</b>		
<i>Cardinalis sinuatus</i> (Bonaparte, 1838)	cardenal pardo	Residente
<i>Passerina caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	picogordo azul	Residente
<i>Passerina versicolor</i> (Bonaparte, 1838)	colorín morado	Residente
<i>Piranga flava</i> (Vieillot, 1822)	tueguero común	Residente
<i>Pheucticus melanocephalus</i> (Swainson, 1827)	pico gordo tigrillo	Residente
<b>Corvidae</b>		
<i>Aphelocoma ultramarina</i> (Bonaparte, 1825)	chara pechigris	Residente
<b>Emberizidae</b>		
<i>Calamospiza melanocorys</i> (Stejneger, 1885)	gorrión ala blanca	Residente
<i>Chondestes grammacus</i> (Say, 1823)	gorrión arlequín	Residente
<i>Spizella atrogularis</i> (Cabanis, 1851)	gorrión barba negra	Residente
<i>Spizella breweri</i> (Cassin, 1856)	gorrión de Brewer	Residente
<i>Spizella pallida</i> (Swainson, 1832)	gorrión pálido	Residente
<i>Peucaea botterii</i> (P. L. Sclater, 1858)	zacatonero de Botteri	Residente
<i>Pipilo erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	toquí pinto	

<i>Pipilo maculatus</i> (Swainson, 1827)	toquí	Residente
<i>Pooecetes gramineus</i> (Gmelin, 1789)	gorrión cola blanca	Residente
<i>Zonotrichia leucophrys</i> (J. R. Forster, 1772)	gorrión corona blanca	Residente
<b>Fringillidae</b>		
<i>Carpodacus mexicanus</i> (Statius Muller, 1776)	pinzón mexicano	Residente
<i>Euphonia elegantissima</i> (Bonaparte, 1838)	eufonia capucha azul	Residente
<b>Icteridae</b>		
<i>Icterus pustulatus</i> (Wagler, 1829)	bolsero dorso rayado	Migratorio
<i>Icterus wagleri</i> (P. L. Sclater, 1857)	bolsero de Wagler	Residente
<i>Molothrus ater</i> (Boddaert, 1783)	tordo cabeza café	Residente
<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	zanate mexicano	Residente
<i>Sturnella magna</i> (Linnaeus, 1758)	pradero tortilla con chile	Residente
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i> (Bonaparte, 1826)	tordo cabeza amarilla	Residente
<b>Mimidae</b>		
<i>Mimus polyglottos</i> (Linnaeus, 1758)	Centzontle norteño	Residente
<b>Paridae</b>		
<i>Baeolophus wollweberi</i> (Bonaparte, 1850)	carbonero embreado	Residente
<b>Parulidae</b>		
<i>Dendroica nigrescens</i> (J. K. Townsend, 1837)	chipe negrogris	Residente
<i>Dendroica townsendi</i> (J. K. Townsend, 1837)	chipe negroamarillo	Residente
<i>Dendroica occidentalis</i> (J. K. Townsend, 1837)	chipe cabeza amarilla	Residente
<i>Icteria virens</i> (Linnaeus, 1758)	buscabreña	Migratorio
<i>Oporornis tolmiei</i> (J. K. Townsend, 1839)	chipe de tolmie	Residente
<i>Parula superciliosa</i> (Hartlaub, 1844)	parula ceja blanca	Residente
<i>Vermivora celata</i> (Say, 1823)	chipe corona naranja	Residente
<i>Vermivora ruficapilla</i> (A. Wilson, 1811)	chipe de coronilla	Residente
<i>Wilsonia pusilla</i> (A. Wilson, 1811)	chipe corona negra	Residente
<b>Passeridae</b>		
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	gorrión casero	Introducida
<b>Poliophtilidae</b>		
<i>Poliophtila caerulea</i> (Linnaeus, 1766)	Perlita azulgris	Residente
<b>Regulidae</b>		
<i>Regulus calendula</i> (Linnaeus, 1766)	reyezuelo de rojo	Residente
<b>Remizidae</b>		
<i>Auriparus flaviceps</i> (Sundevall, 1850)	baloncillo	Residente
<b>Sittidae</b>		
<i>Sitta carolinensis</i> (Latham, 1790)	sita pecho blanco	Residente
<b>Troglodytidae</b>		
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> (Lafresnaye, 1835)	natraca del desierto	Residente
<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson, 1829)	chivirín barranqueño	Residente

<i>Cistothorus palustris</i> (A. Wilson, 1810)	chivirín pantanero	Residente
<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot, 1809)	chivirín salta pared	Residente
<b>Turdidae</b>		
<i>Turdus migratorius</i> (Linnaeus, 1766)	mirlo primavera	Residente
<b>Tyrannidae</b>		
<i>Contopus sordidulus</i> (P. L. Sclater, 1859)	pibí occidental	Residente
<i>Empidonax oberholseri</i> (A. R. Phillips, 1939)	mosquero oscuro	Residente
<i>Empidonax wrightii</i> (S. F. Baird, 1858)	mosquero gris	Residente
<i>Myiarchus cinerascens</i> (Lawrence, 1851)	papamoscas cenizo	Residente
<i>Ptilogonys cinereus</i> (Swainson, 1827)	capulinero gris	Residente
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	luis bienteveo	Residente
<i>Sayornis phoebe</i> (Latham, 1790)	papamoscas fibí	Residente
<i>Sayornis saya</i> (Bonaparte, 1825)	papamoscas llanero	Residente
<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	tirano tropical	Migratorio
<i>Tyrannus vociferans</i> (Swainson, 1826)	tirano gritón	Residente
<b>Vireonidae</b>		
<i>Vireo cassinii</i> (Xantus de Vesey, 1858)	vireo de Cassin	Residente
<i>Vireo plumbeus</i> (Coues, 1866)	vireo plomizo	Migratorio
<b>PELECANIFORMES</b>		
<b>Ardeidae</b>		
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garceta pie-dorado	Residente
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garza ganadera	Residente
<b>PICIFORMES</b>		
<b>Picidae</b>		
<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler, 1829)	carpintero cheje	Residente
<i>Melanerpes formicivorus</i> (Swainson, 1827)	carpintero bellotero	Residente
<i>Picoides scalaris</i> (Wagler, 1829)	carpintero mexicano	Residente

Tabla 6. Listado de Mamíferos grandes y medianos (clasificación propuesta por Wilson and Reeder, 2005., y el nombre común de acuerdo a Villa y Cervantes, 2003) de las especies registradas en el presente estudio.

Clasificación taxonómica	Nombre común	Método de registro
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>		
<b>Didelphidae</b>		
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	Tlacuache	Fototrampa
<b>LAGOMORPHA</b>		
<b>Leporidae</b>		
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J.A.Allen, 1890)	Conejo	Fototrampa

<i>Lepus callotis</i> Wagler, 1830	Liebre torda	Fototrampa
<b>CARNÍVORA</b>		
<b>Canidae</b>		
<i>Canis latrans</i> Say, 1823	Coyote	Fototrampa
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	Zorra gris	Fototrampa
<b>Felidae</b>		
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	Lince	Fototrampa
<b>Mephitidae</b>		
<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832	Zorrillo listado	Fototrampa
<i>Spilogale angustifrons</i> Howell, 1902	Zorrillo manchado	Fototrampa
<b>Procyonidae</b>		
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	Cacomixtle	Fototrampa
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Mapache	Fototrampa
<b>ARTIODACTYLA</b>		
<b>Cervidae</b>		
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	Venado cola blanca	Fototrampa

Tabla 7. Abundancia relativa y registros (frecuencia de ocurrencia) de las especies de mamíferos medianos, mamíferos pequeños y aves registradas en el presente estudio mediante las estaciones de fototrampeo sobre la subcuenca E-S-S.

Ordenes	Familias	Especies	Sta Ana		Tajo de Adjuntas	
			A.R (%)	Registros	A.R (%)	Registros
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	21.91	16	0	0
		<i>Lepus callotis</i>	2.73	2	0	0
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	2.73	2	0	0
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	15.06	11	0	0
CARNÍVORA	Canidae	<i>Bassariscus astutus</i>	4.1	3	4.1	3
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	10.95	8	0	0
		<i>Canis latrans</i>	6.84	5	5.47	4
	Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	2.73	2	0	0
		<i>Mephitis macroura</i>	0	0	1.36	1
		<i>Lynx rufus</i>	1.36	1	0	0
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	4.1	3	1.36	1
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	0	0	2.73	2
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	1.36	1	0	0

PASSERIFORMES	Emberezidae	<i>Spizella passerina</i>	0	0	6.84	5
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	1.36	1	0	0
	Turdidae	<i>Turdus sp</i>	2.73	2	0	0
			<b>77.96</b>	<b>57</b>	<b>21.86</b>	<b>16</b>

Tabla 8. Listado de Mamíferos medianos (clasificación propuesta por Wilson and Reeder, 2005., y el nombre común de acuerdo a Villa y Cervantes, 2003) reportados bibliográficamente para la subcuenca E-S-S.

Clasificación taxonómica	Nombre común
<b>Felidae</b> <i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma
<b>Mustelidae</b> <b>Mustelinae</b> <i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831 <i>Taxidea taxus</i> (Schreber, 1777)	Comadreja Tejón
<b>CHIROPTERA</b> <b>Molossidae</b> <i>Tadarida brasiliensis</i> (L. Geoffroy, 1824)	Murciélago coludo guanero
<b>Mormoopidae</b> <i>Mormoops megalophylla megalophylla</i> Peters, 1864	Murciélago cara de espantajo
<b>Phillostomidae</b> <b>Desmodontinae</b> <i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	Vampiro de patas pelonas
<b>Glossophaginae</b> <i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844 <i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	Murciélago trompudo Murciélago hocicudo de la nieve
<b>Phillostominae</b> <i>Macrotus waterhousii</i> Gray, 1843	Murciélago orejudo de Waterhouse
<b>Vespertilionidae</b> <b>Vespertilioninae</b> <i>Rhogeessa (Baeodon) alleni</i> Thomas, 1892 <i>Eptesicus fuscus</i> (Beauvois, 1796) <i>Corynorhinus mexicanus</i> G. M. Allen, 1916 <i>Corynorhinus townsendii</i> (Cooper, 1837) <i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson y Garnot, 1826) <i>Lasiurus cinereus</i> (Beauvois, 1796)	Murcielaguito amarillo mayor Gran murciélago moreno No tiene No tiene Murciélago colorado Murciélago canoso
<b>Myotinae</b> <i>Myotis californicus</i> (Audubon y Bachman, 1842) <i>Myotis thysanodes</i> Miller, 1897	Murcielaguito orejudo de California Murcielaguito cola orlada

<p><i>Myotis velifer</i> (J. A. Allen, 1890)  <i>Myotis yumanensis</i> (H. Allen, 1864)</p> <p style="text-align: center;"><b>CINGULATA</b>  <b>Dasypodidae</b></p> <p><i>Dasyopus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758</p> <p style="text-align: center;"><b>LAGOMORPHA</b>  <b>Leporidae</b></p> <p><i>Lepus californicus</i> Gray, 1837  <i>Sylvilagus audubonii</i> (Baird, 1858)</p> <p style="text-align: center;"><b>SORICOMORPHA</b>  <b>Soricidae</b></p> <p><i>Criptotis parva</i> (Say, 1823)  <i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892</p>	<p>Murcielaguito pardo  Murcielaguito pardo de Yuma</p> <p>Armadillo de nueve bandas</p> <p>Liebre cola negra  Conejo de Audubon</p> <p>Musaraña  Musaraña de Saussure</p>
---	--

Tabla 9. Listado de Mamíferos pequeños (clasificación propuesta por Wilson and Reeder, 2005., y el nombre común de acuerdo a Villa y Cervantes, 2003) registrados en el presente estudio.

Clasificación taxonómica	Nombre común	Método de registro
<p style="text-align: center;"><b>RODENTIA</b>  <b>Cricetidae</b>  <b>Neotominae</b></p> <p><i>Baiomys taylori</i> (Thomas, 1887)  <i>Peromyscus boylii levipes</i> (Baird, 1855)  <i>Peromyscus difficilis difficilis</i> (J. A. Allen, 1891)  <i>Peromyscus truei gentilis</i> (Shufeldt, 1885)  <i>Reithrodontomys megalotis</i> (Baird, 1857)  <i>Reithrodontomys fulvescens</i> (Baird, 1857)</p> <p style="text-align: center;"><b>Sigmodontinae</b></p> <p><i>Sigmodon hispidus</i> Say y Ord, 1825</p> <p style="text-align: center;"><b>Heteromyinae</b></p> <p><i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)</p>	<p>Ratón pigmeo  Ratón montero de los breñales  Ratón orejudo de pedregal  Ratón piñonero  Ratón silvestre orejudo  Ratón silvestre orejudo</p> <p>Rata algodónera</p> <p>Ratón espinoso</p>	<p>Trampa sherman  Trampa sherman  Trampa sherman  Trampa sherman  Trampa sherman  Trampa sherman</p> <p>Trampa sherman</p> <p>Trampa sherman</p>



Tabla 10. Abundancia relativa y registros (frecuencia de ocurrencia) de las especies de mamíferos pequeños registradas en el presente estudio mediante las estaciones sherman sobre la subcuenca E-S-S.

Orden	Familias	Especies	Sta Ana		Tajo de Adjuntas	
			A.R (%)	Frecuencia	A.R (%)	Frecuencia
RODENTIA	Heteromyidae	<i>Liomys irroratus</i>	58.06	18	0	0
		<i>Sigmodon hispidus</i>	6.45	2	0	0
	Muridae	<i>Baiomys taylori</i>	6.45	2	3.22	1
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	9.67	3	0	0
		<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	6.45	2	0	0
		<i>Peromyscus difficilis</i>	3.22	1	0	0
		<i>Peromyscus truei gentilis</i>	3.22	1	0	0
		<i>Peromyscus boylii levipes</i>	3.22	1	0	0
			<b>96.74</b>	<b>30</b>	<b>3.22</b>	<b>1</b>

Tabla 11. Listado de Mamíferos pequeños (clasificación propuesta por Wilson and Reeder, 2005., y el nombre común de acuerdo a Villa y Cervantes, 2003) reportados bibliográficamente para la subcuenca E-S-S.

Clasificación taxonómica	Nombre común
<b>RODENTIA</b>	
<b>Cricetidae</b>	
<b>Neotominae</b>	
<i>Neotoma mexicana</i> Baird, 1855	Rata mexicana de monte
<i>Peromyscus maniculatus labecula</i> (Wagner, 1845)	Ratón de campo
<i>Peromyscus gratus gentilis</i> Merriam, 1898	Ratón piñonero de Osgood
<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)	Ratón de monte negruzco
<i>Peromyscus melanotis</i> J. A. Hallen y Chapman, 1897	Ratón de montaña
<i>Peromyscus pectoralis pectoralis</i> Osgood, 1904	Ratón de encinales
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> J. A. Allen, 1894	Ratón silvestre moreno
<b>Sigmodontinae</b>	
<i>Sigmodon leucotis</i> Bailey, 1902	No tiene
<i>Sigmodon fulviventis</i> J. A. Allen, 1889	No tiene
<b>Geomyidae</b>	
<i>Cratogeomys castanops</i> (Baird, 1852)	Tuza mexicana
<i>Cratogeomys tylosinus</i> (Merriam, 1895)	Tuza llanera del valle
<i>Thomomys umbrinus</i> (Richardson, 1829)	Tuza de dientes lisos
<b>Heteromyidae</b>	
<b>Dipodominae</b>	
<i>Dipodomys ordii</i> Woodhouse, 1853	Rata canguro de Ord'
<b>Perognathinae</b>	

<p><i>Chaetodipus hispidus</i> (Baird, 1858)  <i>Perognathus flavus</i> Baird, 1855</p> <p style="text-align: center;"><b>Sciuridae</b></p> <p><i>Sciurus oculatus</i> Peters, 1863</p> <p style="text-align: center;"><b>Xerinae</b></p> <p><i>Spermophilus mexicanus</i> (Erxleben, 1777)  <i>Spermophilus variegatus</i> (Erxleben, 1777)</p>	<p>Ratón de abazones cerdoso  Ratón de abazones enano</p> <p style="text-align: center;">Ardilla rojiza</p> <p>Ardilla terrestre mexicana  Ardilla rupestre</p>
--	---

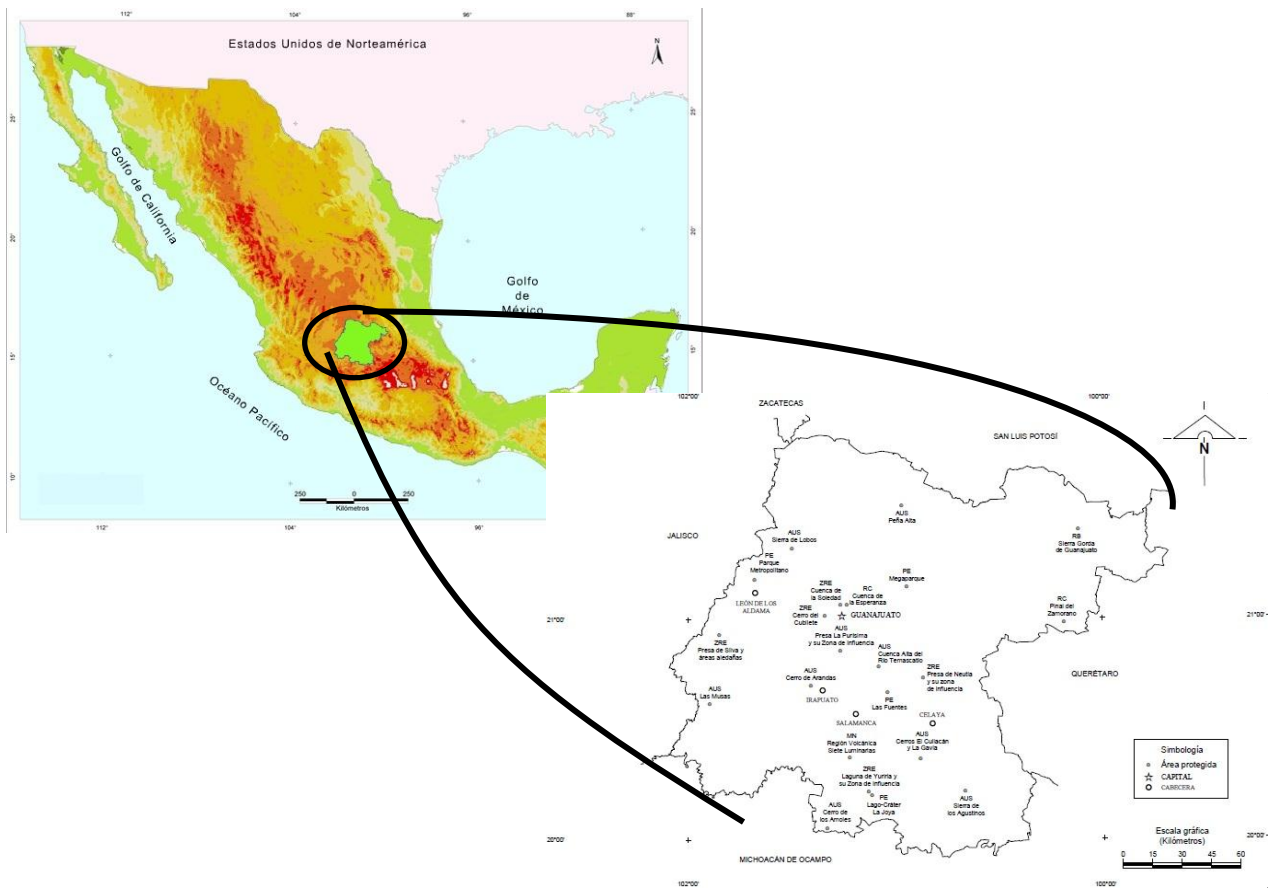


Figura 1. Mapa de ubicación estatal de Guanajuato (IEEG, 2009).

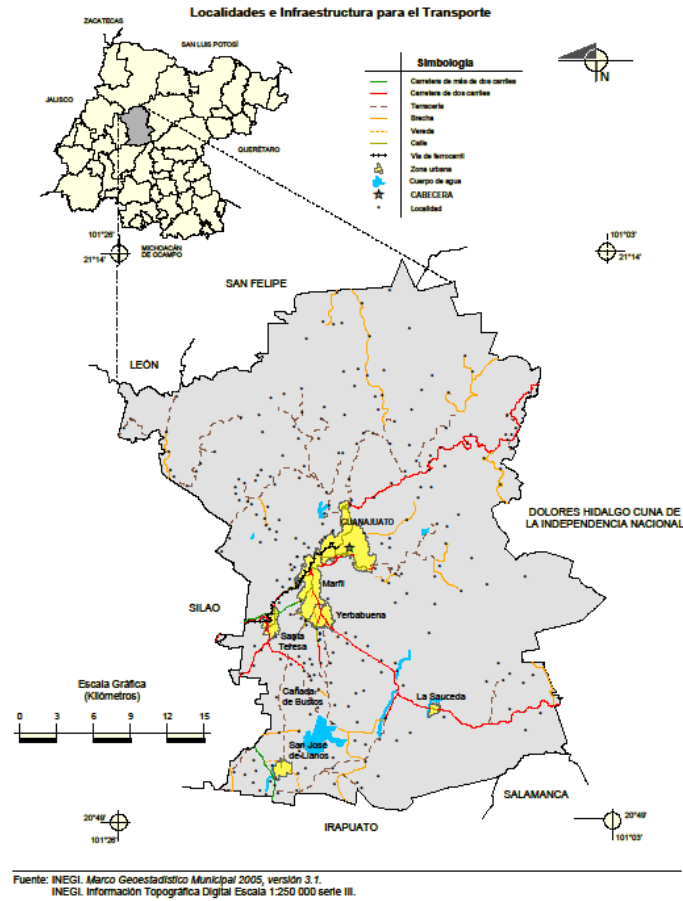


Figura 2. Mapa de ubicación municipal de Guanajuato (IEEG,2009).

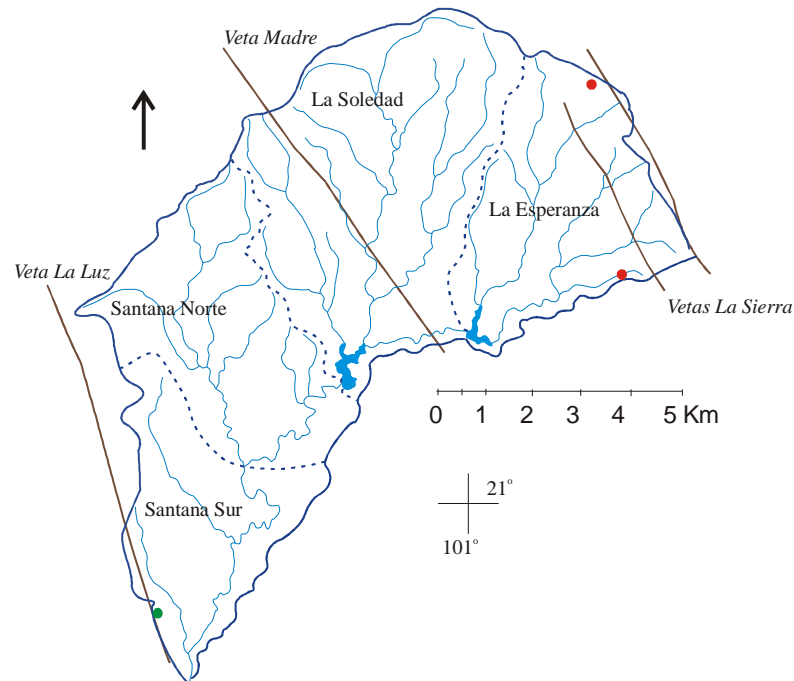


Figura 3. Ubicación de la subcuenca E-S-S. Se distinguen las 3 subcuencas (La Esperanza, La Soledad y Santana Norte y Sur), los tres sistemas de vetas que cortan la zona, en rojo dos afloramientos de sulfuros masivos en la cuenca La Esperanza y en verde el basurero municipal. Se aprecian las presas La Esperanza y la Soledad que abastecen de agua a la Cd. de Guanajuato (Ramos, sin año).

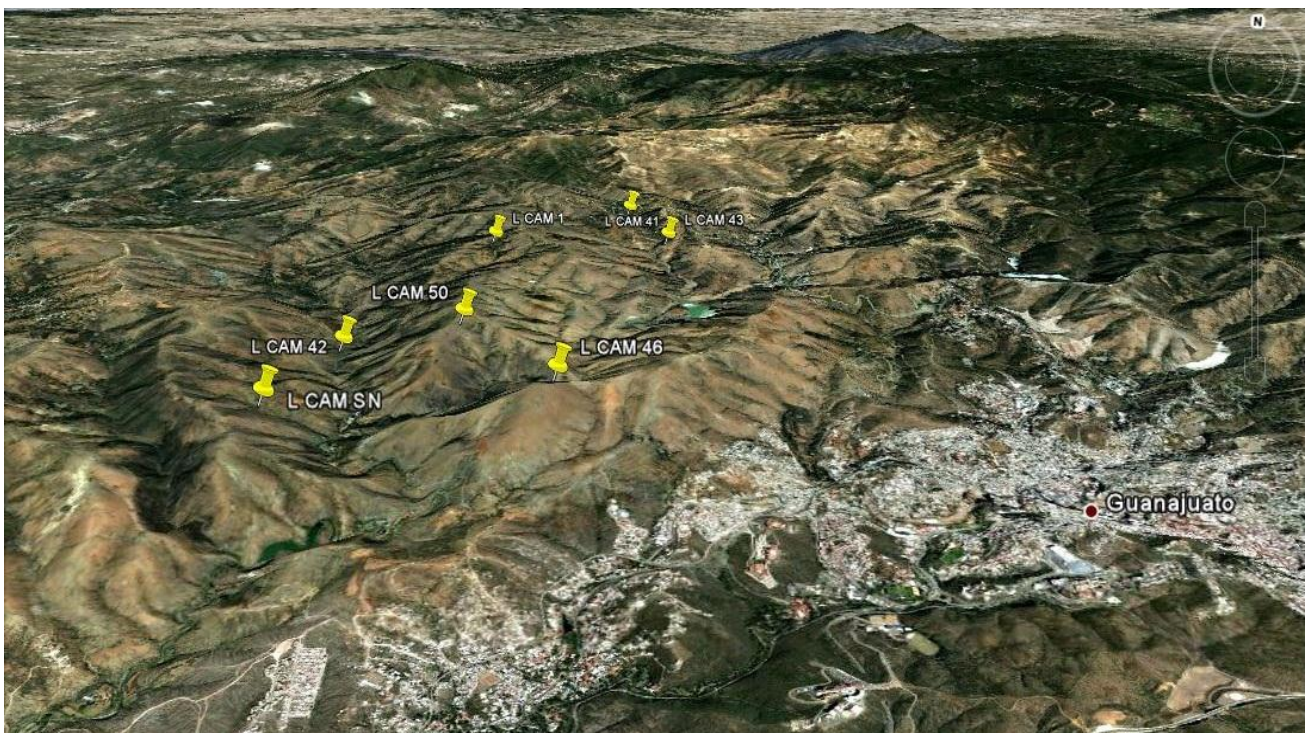


Figura 4. Ubicación en una fotografía satelital de las estaciones de fototrapas sobre la subcuenca E-S-S (Google Earth, 2011).

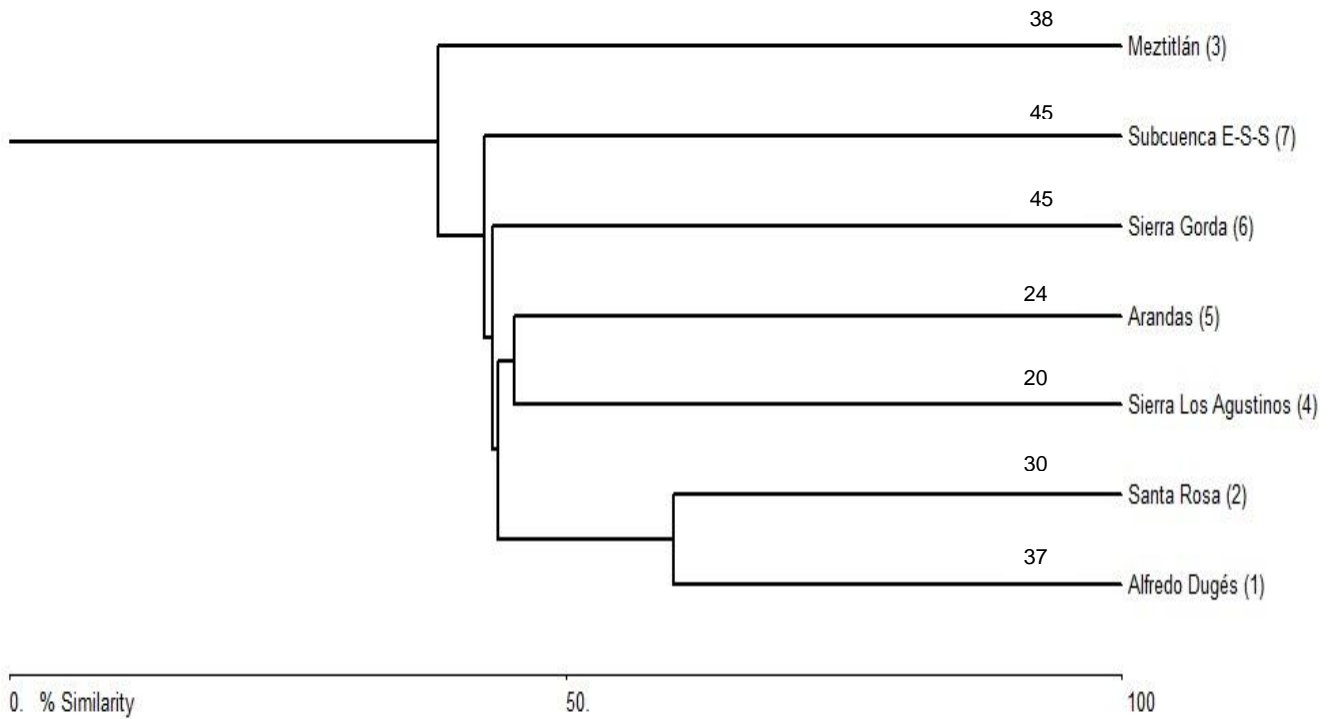


Figura 5. Dendrograma de agrupaciones de los inventarios herpetofaunísticos elegidos por su concentración, importancia y similar tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) del estado de Guanajuato (los números entre paréntesis corresponden a una identificación individual de cada localidad y los números sobre la rama al número total de especies en cada estudio).

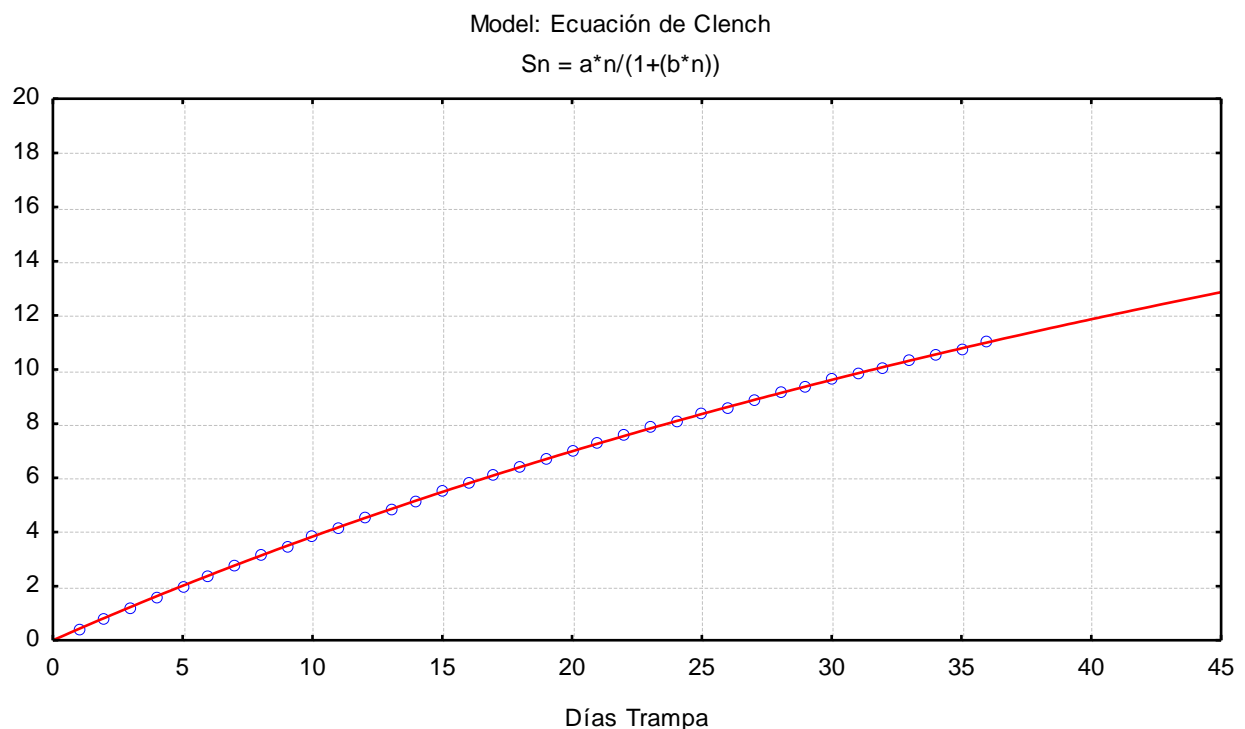


Figura 6. Curva de acumulación de las aves sobre la localidad de Santa Ana ( $R^2 = 0.822299992$ ) (Jack 1 = 18).

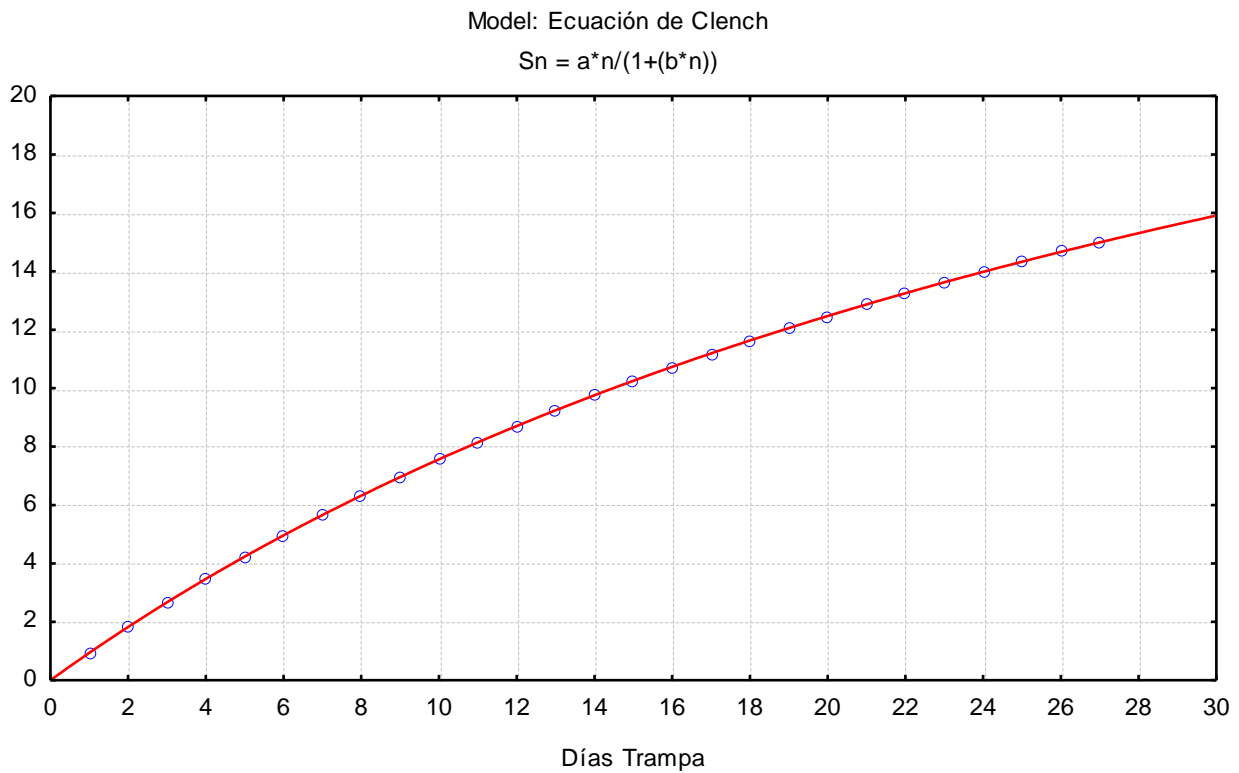


Figura 7. Curva de acumulación de las aves sobre la localidad de Tajo de Adjuntas ( $R^2 = 0.83888885$ ) (Jack 1 = 23)

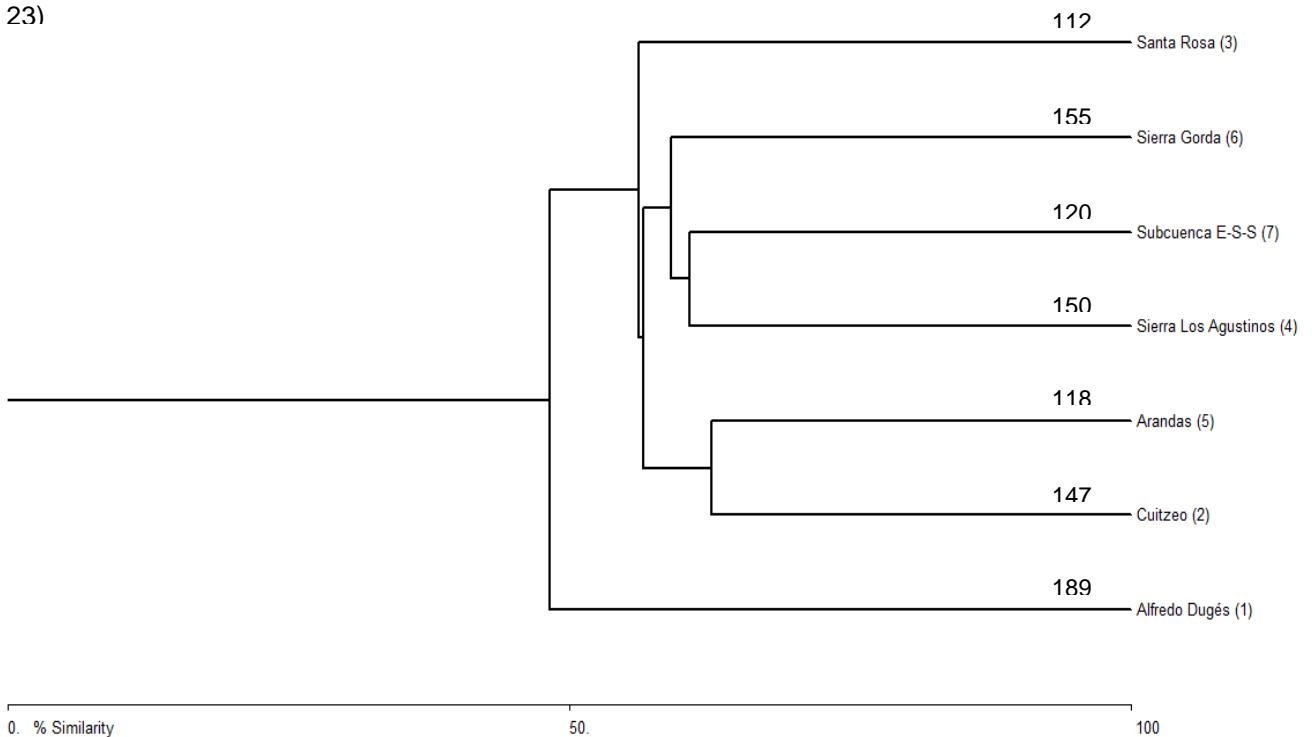


Figura 8. Dendrograma de agrupaciones de los inventarios avifaunísticos elegidos por su concentración, importancia y similar tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) del estado de Guanajuato (los números entre paréntesis corresponden a una identificación individual de cada localidad y los números sobre la rama al número total de especies en cada estudio).

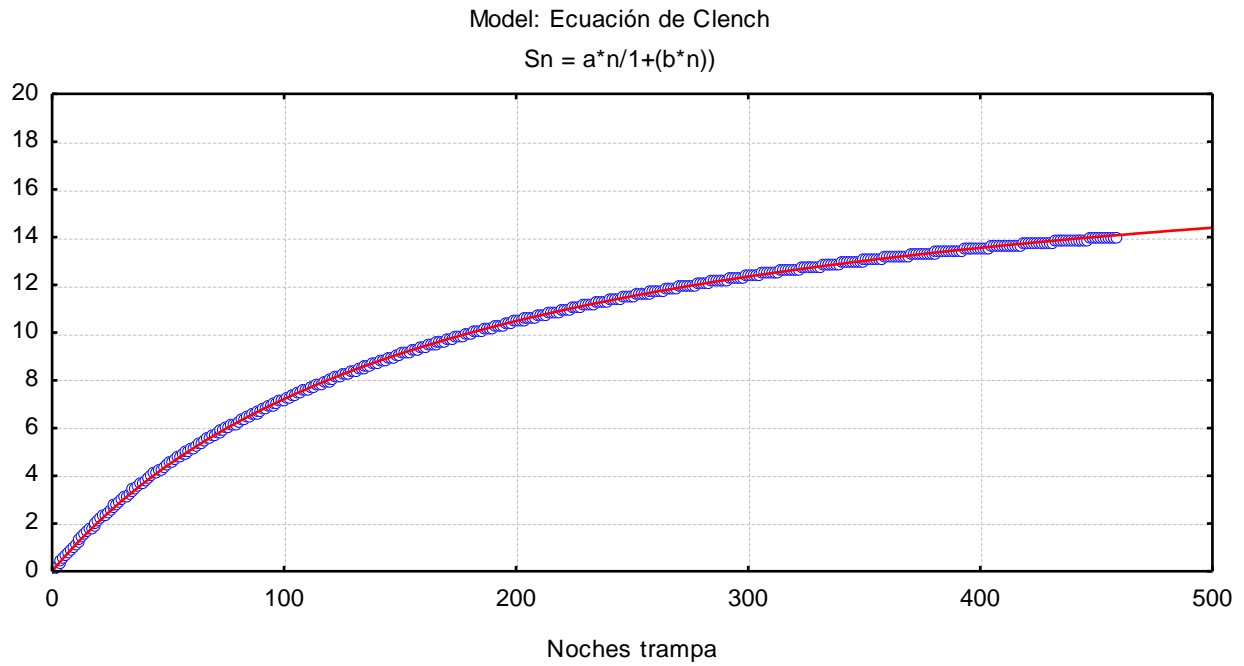


Figura 9. Curva de acumulación de especies de los mamíferos medianos registrados sobre la localidad de Santa Ana para la subcuenca E-S-S ( $R^2 = 0.999913614$ ) (Jack 1 = 16.99).

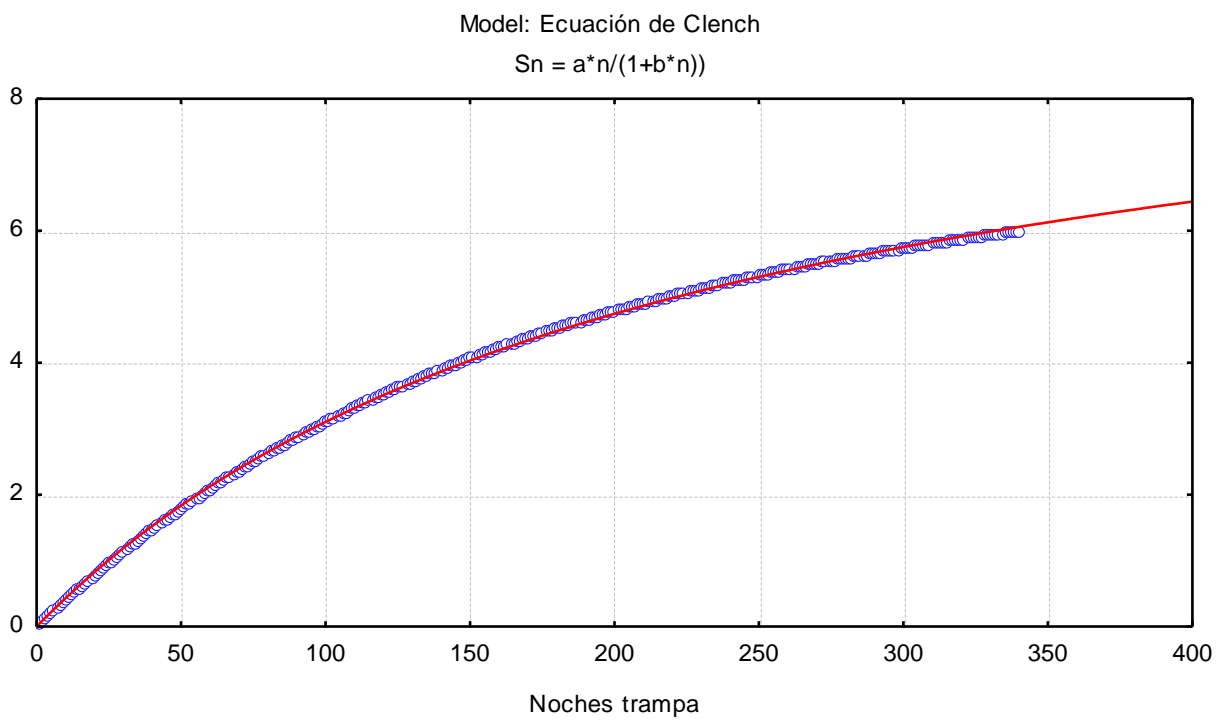


Figura 10. Curva de acumulación de especies de los mamíferos medianos registrados sobre la localidad de Tajo de Adjuntas para la subcuenca E-S-S ( $R^2 = 0.999588026$ ) (Jack 1 = 7.99).

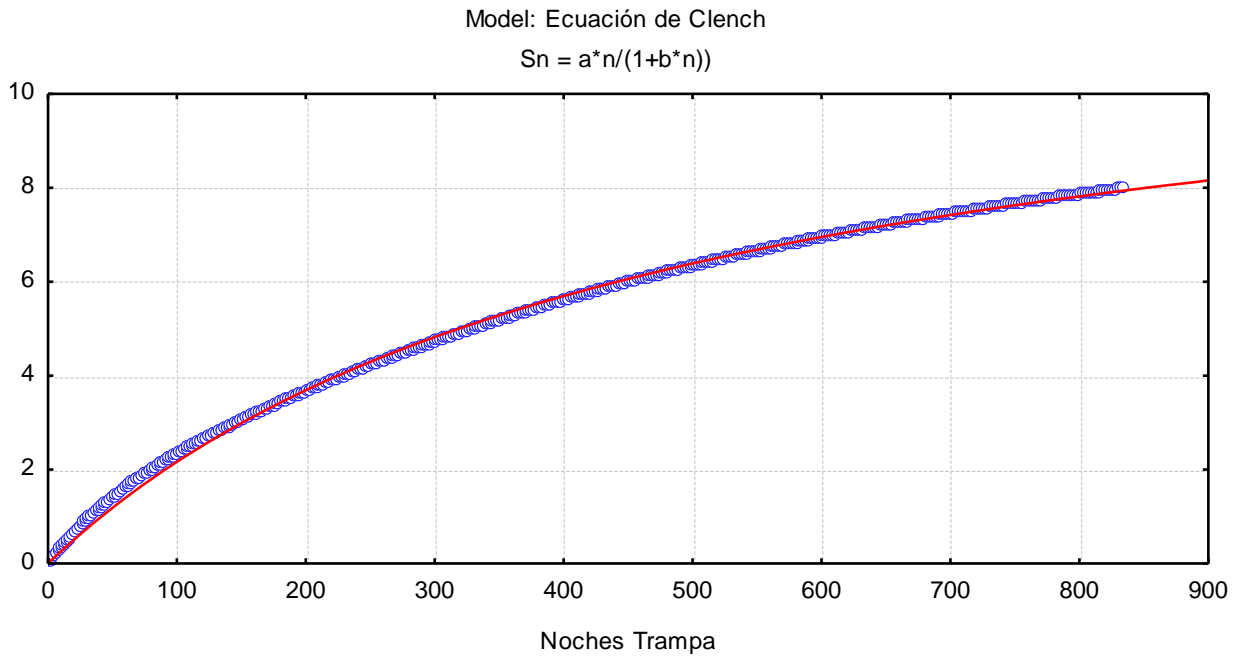


Figura 11. Curva de acumulación de las especies mamíferos pequeños registrados sobre las dos localidades para la subcuenca E-S-S ( $R^2 = 0.998081790$ ) (Jack 1 = 11).

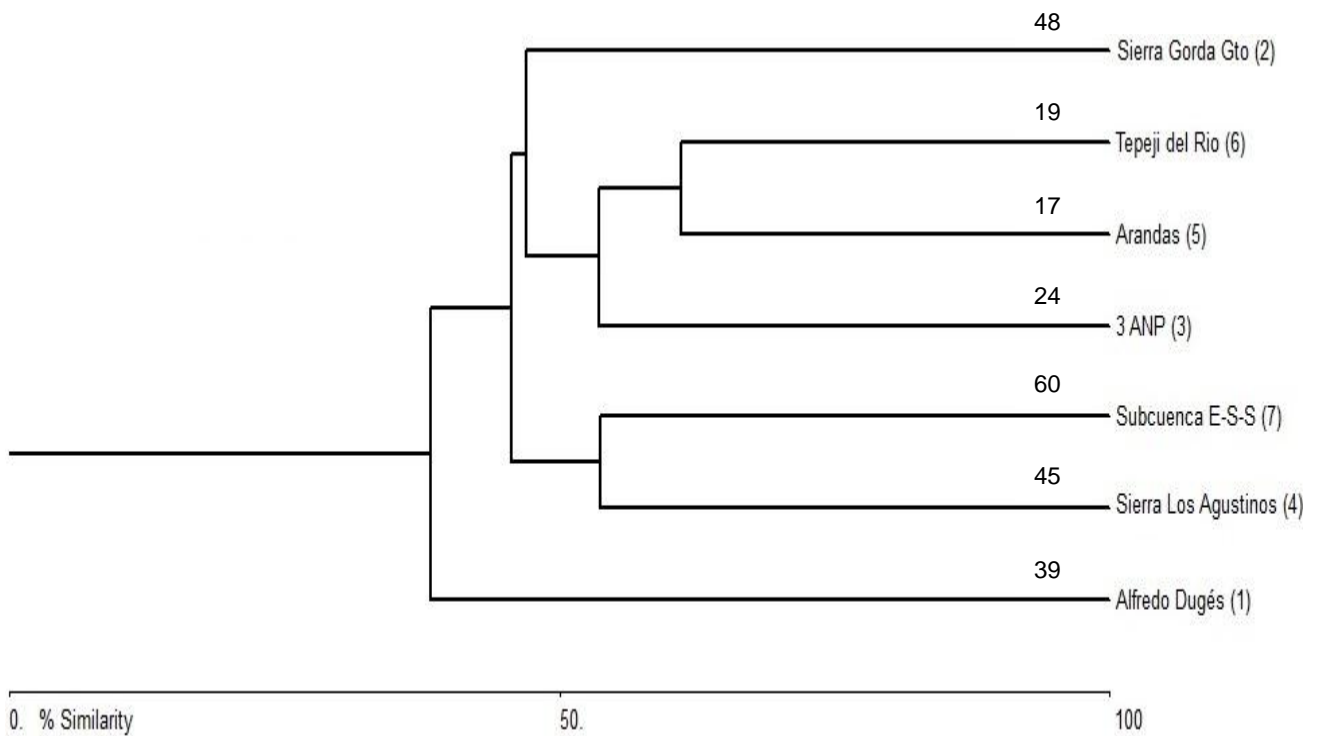


Figura 12. Dendrograma de agrupaciones de los inventarios mastofaunísticos elegidos por su concentración, importancia y similar tipo de vegetación (bosque de pino, pastizales y matorrales subespinosos) del estado de Guanajuato (los números entre paréntesis corresponden a una identificación individual de cada localidad y los números sobre la rama al número total de especies en cada estudio).



**ANEXOS:**

**1. ECUACIÓN DE CLENCH**

$$S_n = a \cdot n(1 + b \cdot n)$$

Dónde:

$S_n$  = número de especies muestreadas.

$a$  = tasa de incremento de nuevas especies al inicio del muestreo (intercepción con el eje Y) o la ordenada al origen.

$b$  = pendiente de la curva.

$n$  = número acumulativo de unidades de muestreo (esfuerzo de captura).

**2. ÍNDICE DE SHANNON-WIENER**

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_{10} p_i$$

Dónde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener (contenido de información de la muestra) decits/individuo.

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

$S$  = Número de especies en la muestra

$N$  = Número total de individuos en la muestra

**3. PRUEBA T DE STUDENT MODIFICADA POR HUTCHESON**

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{S_{H'_1 - SH'_2}}}$$

Dónde:

$t$  = valor de  $t$  de Hutcheson

$H'_1$  = índice de diversidad Shannon – Wiener para la muestra 1

$H'_2$  = índice de diversidad Shannon – Wiener para la muestra 2

$S_{H'_1 - SH'_2}$  = varianza de  $H'_1$  - varianza de  $H'_2$  = raíz cuadrada de  $S_{H'_1 - SH'_2}$

**4. ÍNDICE DE SIMILITUD SORENSEN**

$$Iss = \frac{2C}{(A + B)} \times 100$$

$Iss$  = Índice de similitud de Sorensen

$A$  = número de especies de la localidad a

$B$  = número de especies de la localidad b

$C$  = número de especies comunes en ambas localidades

**1. GALERÍA FOTOGRÁFICA DEL PAISAJE DE LA SUBCUENCA E-S-S**



Área de reforestación sobre la localidad de Santa Ana



Pastizal amacollado con nopalera sobre Santa Ana



Vista panorámica del arroyo “Concepción-Agua Colorada” y pastizal sobre Tajo de Adjuntas



Vista de la vegetación alterada de Tajo de Adjuntas



Vista de la Presa Soledad



Contaminación sobre la Presa Soledad



*Eucalyptus globulus* alrededor de la Presa Soledad

## 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA MASTOFAUNA DE LA SUBCUENCA E-S-S



*Canis latrans*



*Sylvilagus floridanus*



*Urocyon cinereoargenteus*



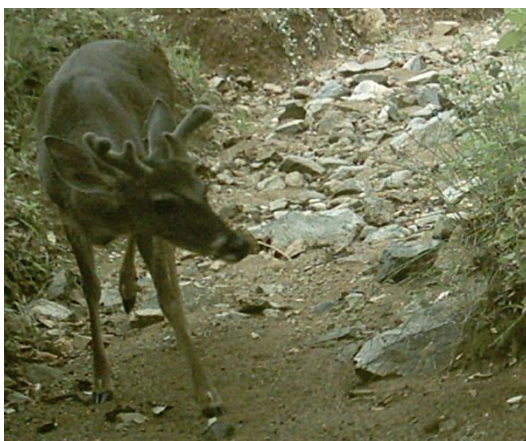
*Spilogale gracilis*



*Bassariscus astutus*



*Procyon lotor*



*Odocoileus virginianus*



*Lynx rufus*



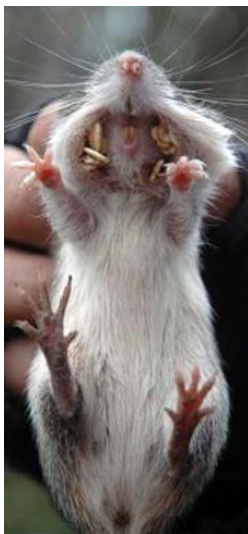
*Mephitis macroura*



*Didelphis virginiana*



*Lepus californicus*



*Liomys irroratus*



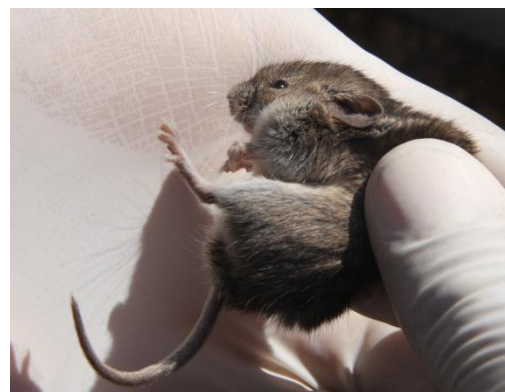
*Reithrodontomys fulvescens*



*Sigmodon hispidus*



*Peromyscus truei*



*Baiomys taylori*



*Reithrodontomys megalotis*



*Peromyscus boylii*



*Peromyscus difficilis*

### 3. GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA AVIFAUNA DE LA SUBCUENCA E-S-S



*Buteo jamaicensis*



*Accipiter cooperi*



*Falco sparverius*





*Empidonax sp*



*Toxostoma curvirostre*



*Seiurus noveboracensis*



*Junco phaeonotus*



*Icterus parisorum*



*Pyrocephalus rubinus*



*Melospiza lincolnii*



*Tyrannus sp*



*Passerina cyanea*



*Hirundo rustica*



*Columbina inca*



*Geococcyx californianus*



*Micrathene whitneyi*



*Otus flammeolus*



*Sayornis nigricans*



*Myiarchus nuttingi*



*Selasphorus rufus*



*Melanotis caerulescens*



*Carduelis psaltria*



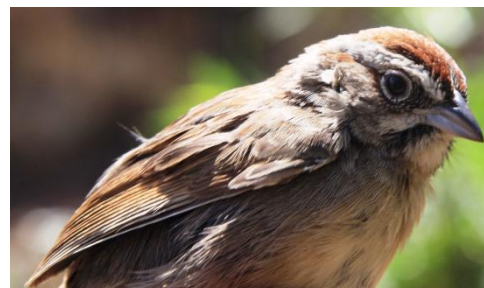
*Corvus corax*



*Thryomanes bewickii*



*Dendroica coronata*



*Peucaea ruficeps*



*Lanius ludovicianus*



*Catharus guttatus*



*Phainopepla nitens*



*Peucaea cassini*



*Chloroceryle americana*



*Pipilo fuscus*



*Cyanthus latirostris*



*Egretta caerulea*



*Spizella passerina*



*Melozone fusca*

**4. GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA HERPETOLOGÍA DE LA SUBCUENCA E-S-S.**



*Incilius occidentalis*



*Hyla arenicolor*



*Crotalus molossus*



*Micrurus tener*



*Sceloporus torquatus*



*Diadophis punctatus*



*Kinosternon integrum*