



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Diversidad y abundancia de la comunidad de
aves en San Juan Coyula, Oaxaca**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

KARLA MARYAN RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA

2011





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno:

Rodríguez
Hernández
Karla Maryan
57556834
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
304177314

2. Datos del tutor

Dra.
María del Coro
Arizmendi
Arriaga

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Adolfo Gerardo
Navarro
Sigüenza

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Claudia Isabel
Rodríguez
Flores

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
César Antonio
Ríos
Muñoz

6. Datos del sinodal 4

Biól.
Alejandro
Gordillo
Martínez

7. Datos del trabajo escrito

Diversidad y abundancia de la comunidad de aves en San Juan Coyula, Oaxaca
94 p
2011

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora la Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga, por su confianza, enseñanzas, consejos y el valioso apoyo para la realización de esta tesis.

A los sinodales Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza, M. en C. Claudia Isabel Rodríguez Flores, M. en C. César Antonio Ríos Muñoz y Biól. Alejandro Gordillo Martínez, por sus comentarios, los conocimientos brindados, su apoyo y los atinados consejos que me ayudaron a mejorar este trabajo.

El desarrollo de esta tesis contó con el financiamiento del proyecto CONABIO HQ-008 a cargo de la Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga.

A las autoridades de bienes comunales de San Juan Coyula, Oaxaca, por permitir la realización de este trabajo. A las hermanas Arely y Mary Villareal por darme alojamiento en su casa durante los meses de toma de datos, gracias por su paciencia y todas las atenciones.

A todos los miembros del laboratorio de ecología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, gracias por permitirme trabajar con ustedes. Alma Barranco, Alba González, Mónica Quiroga, Manuel Soberanes, Isaac Martínez, Gabriel Segoviano, Rafael Bibriesca, por sus consejos, las cosas que me enseñaron, la ayuda brindada y su gran apoyo en el trabajo de campo. Especialmente a Carlos Soberanes y Claudia Rodríguez por su amistad, asesorías, consejos, propuestas, la información y fotografías que me han facilitado y por responder a todas mis consultas.

A las personas que me ayudaron en los muestreos de campo Sergio Díaz, Jazmín Terán, Adonay Cruz y Jaime Castro que aguantaron largas caminatas, lluvias y desmañanadas, muchas gracias por su tiempo, enseñanzas y por compartir esta experiencia conmigo. Sin su ayuda no habría sido posible la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mis padres Ricardo Rodríguez y Petrona Hernández por apoyarme incondicionalmente, por motivarme a seguir superándome y respaldarme en lo que decido, mis logros son sus logros.

A mis hermanas Cynthia y Claudia por estar a mi lado, por compartirlo todo y aprender juntas.

A toda la familia muchas gracias, nunca podré hacer algo que compense lo que me han dado en estos años, los quiero mucho.

A todos los que ayudaron a acercarme al mundo de las aves directa o indirectamente y también a los que me enseñaron cosas para la tesis, han tenido mucha influencia en mi: Ricardo Contreras, Alejandro Gordillo, Jaime, Alma, Salvador, Isaac y Tatiana.

A mis amigos de la Prepa y especialmente a Lucero, Jazmín, Paty, Ilse, Nubia, Selene y Sandra por esa increíble etapa de la vida juntas, tanto aprendizaje y cosas graciosas, vamos a seguir cumpliendo nuestros sueños.

A todos los amigos, compañeros y maestros de la Facultad de Ciencias.

A los que me han motivado y especialmente a los que me han soportado por tanto tiempo Rodrigo, Diana, Adonay, Paola, Guadalupe, Jazmín y Jessica.

A las maravillosas personas que se han cruzado en mi camino en este tiempo, para evitar omitir a alguien agradezco en general al taller de cultivo de camarón y otras especies acuáticas de la Facultad de Ciencias, a los becarios del museo Universum, a los miembros del diplomado en divulgación de la ciencia y a los amigos de la secundaria 99. A todos gracias, he aprendido mucho de ustedes.

A la UNAM y a los maestros presentes en mi formación. Un profesor... nunca logra saber dónde termina su influencia.

Henry Adams

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 ANTECEDENTES	4
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. OBJETIVO	6
3.1 OBJETIVOS PARTICULARES	6
4. MÉTODOS	7
4.1 Descripción del área de estudio	7
4.1.1 Litología	8
4.1.2 Vegetación	8
4.2 Muestreos de la avifauna	11
4.3 Análisis de datos.....	15
4.3.1 Curva de acumulación de especies.....	15
4.3.2 Riqueza de especies	17
4.3.3 Análisis de Abundancia	18
4.3.4 Comparación de especies con otras listas de aves	21
4.3.5 Cartel de avifauna	22
5. RESULTADOS	23
5.1 Curva de acumulación de especies	23
5.2 Riqueza de especies	24
5.2.1 Estatus de conservación	25
5.2.2 Endemismo	27
5.2.3 Estacionalidad	27

5.2.4 Fluctuación de la riqueza de especies	29
5.2.5 Distribución espacial y temporal de las especies	31
5.2.6 Patrones de actividad de las aves	33
5.2.7 Uso del espacio por las aves	35
5.2.8 Registro de actividad de las aves	35
5.2.9 Análisis de Similitud entre puntos	36
5.3 Estimaciones de densidad	37
5.4 Comparación de especies con otros listados	38
6. DISCUSIÓN	42
6.1 Curva de acumulación de especies	42
6.2 Riqueza de especies	43
6.2.1 Estatus de conservación	45
6.2.2 Endemismo	47
6.2.3 Estacionalidad	48
6.2.4 Fluctuación de la riqueza de especies	49
6.2.5 Distribución espacial y temporal de las especies	50
6.2.6 Patrones de actividad de las aves	52
6.2.7 Uso del espacio por las aves	53
6.2.8 Registro de actividad de las aves	54
6.2.9 Análisis de Similitud entre puntos	55
6.3 Estimaciones de densidad	55
6.4 Comparación de especies con otros listados	58
7. CONCLUSIONES	59
8. LITERATURA CITADA	60
9. ANEXOS	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de San Juan Coyula	7
Figura 2. Tipos de vegetación presentes en los puntos de muestreo	10
Figura 3. Ubicación de los 20 puntos de muestreo	11
Figura 4. Gradiente altitudinal de los puntos	12
Figura 5. Método de conteo por puntos de radio fijo	13
Figura 6. Distribución espacial de las aves y algunos de los sustratos	14
Figura 7. Localidades cercanas o dentro de la Reserva	22
Figura 8. Curva de acumulación de especies	23
Figura 9. Número total de aves registradas	24
Figura 10. Familias más representativas por el número de especies	25
Figura 11. Porcentaje de especies en cada categoría de endemismo	27
Figura 12. Número de especies registradas por mes	28
Figura 13. Porcentaje de especies en cada categoría de estacionalidad	29
Figura 14. Fluctuación de la riqueza de especies según la temporada del año	30
Figura 15. Número de individuos y especies detectadas por día	31
Figura 16. Número de especies e individuos por punto	32
Figura 17. Número de especies registradas en la mañana	32
Figura 18. Número de especies registradas en la tarde	33
Figura 19. Distribución de las observaciones en la mañana	34
Figura 20. Distribución de las observaciones en la tarde	34
Figura 21. Distribución espacial de las aves	35
Figura 22. Análisis de Similitud entre puntos	36
Figura 23. Dendrograma de similitud entre puntos	37
Figura 24. Estimados de densidad para 44 especies de aves	38

Figura 25. Número de especies de distintos listados	39
Figura 26. Dendrograma de similitud de distintos listados	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Funciones clave y series de expansión del programa <i>Distance 6.0</i>	20
Cuadro 2. Especies en alguna categoría de riesgo.....	26
Cuadro 3. Comparación de listados de aves	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Coordenadas de los puntos.....	74
Anexo 2. Listado taxonómico de la Avifauna de San Juan Coyula, Oaxaca	75
Anexo 3. Matriz de similitud de Jaccard para los 20 puntos de conteo.....	82
Anexo 4. Resultados de los estimados de densidad.....	83
Anexo 5. Cuadro comparativo de especies de aves	86
Anexo 6. Cartel de avifauna de San Juan Coyula	94

I. RESUMEN

Se estudió la diversidad y abundancia de la comunidad de aves en San Juan Coyula, Oaxaca. La zona se encuentra en el polígono de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán–Cuicatlán. La toma de datos se llevó a cabo de abril del 2010 a enero del 2011, se registraron 130 especies de aves, mediante el método de conteo por puntos de radio fijo. Los muestreos de distancia realizados durante la mañana y la tarde permitieron obtener datos para hacer una evaluación de la riqueza, el estatus de conservación, la estacionalidad y endemismo de las especies, los horarios de mayor actividad y el uso que las aves hacen del espacio. Se calculó la densidad (expresada en individuos por hectárea) para aquellas especies que presentaron más de diez registros en los puntos de conteo (44 especies) usando el programa Distance 6.0. Los órdenes más representativos fueron: Passeriformes (75.38%), Apodiformes (8.46%) y Accipitriformes (5.38%). El 40.76% de las aves registradas son residentes, 40.76% visitantes de invierno, 6.92% casuales, 6.15% accidentales y 5.38% residentes de verano, mostrando que San Juan Coyula es un lugar relevante para las aves migratorias. Del total de especies registrado diez se encuentran en alguna categoría dentro de la NOM-059-2010, la lista roja UICN o en CITES. Una comparación con otros sitios que se encuentran dentro o cercanos a la Reserva de la Biósfera de Tehuacán- Cuicatlán, permitió evaluar que la comunidad mantiene una mezcla de componentes avifaunísticos propios de la cuenca del Balsas, la vertiente del Pacífico, la vertiente del Atlántico, los sistemas montanos del centro del país y los ambientes áridos del Altiplano Mexicano.

1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad se define como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas “ (UNEP, 1992).

Para poder medir esta diversidad y reconocer las diferentes escalas espaciales de los procesos que la determinan, se ha dividido en tres tipos principales: alfa, beta y gamma (Sarukhán *et al.* 1996). La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la biodiversidad se refieren a la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea, la diversidad alfa (Moreno, 2001).

El estudio de la diversidad biológica ha adquirido mucho auge en los últimos años debido en parte, a la acelerada transformación en los sistemas naturales y sus consecuencias sobre los recursos biológicos del planeta. Este renovado interés también se ha visto favorecido por el desarrollo de nuevos métodos y enfoques de investigación (Gastón, 2000).

Un método para conocer la biodiversidad de un lugar es inventariarla, este se basa en la cuantificación del número de especies presentes en un tiempo dado y en un área geográficamente delimitada, se refiere a la riqueza específica. Por otro lado los métodos basados en la estructura de la comunidad describen la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie, como la abundancia relativa de los individuos (Dennis y Ruggiero, 1996; Stork *et al.*, 1996; Moreno, 2001).

Las relaciones entre abundancia y distribución tienen importantes implicaciones en los estudios de la biodiversidad, ya que refleja las respuestas de los organismos a las condiciones locales, mostrando el grado en el que el medio satisface los múltiples requerimientos de las especies (Brown, 1995). Por ejemplo, la distribución diferencial y sus patrones son resultado de numerosos factores, como los procesos locales y regionales, la historia evolutiva de los taxa, la historia geológica, los factores ambientales (temperatura, precipitación, productividad primaria entre otros), la heterogeneidad ambiental, los cambios climáticos globales y regionales, las interacciones

ecológicas, y las modificaciones en el uso de la tierra y los sistemas productivos por los seres humanos (Gaston, 2000; Whittaker *et al.*, 2001).

Oaxaca ocupa un lugar importante en el contexto de la biodiversidad de México y Centroamérica. Es una entidad geopolítica enclavada en una zona geográficamente compleja (e.g. Sierra Madre del Sur, la Cuenca del Balsas y el eje Neovolcánico), con alta diversidad de climas (cálidos, templados y áridos), gran variedad geológica y 26 tipos de vegetación reconocidos y agrupados en bosques, matorrales, selvas, vegetación acuática, entre otros (Torres-Colín, 2004); es la región de Mesoamérica con la mayor riqueza biológica en diferentes grupos taxonómicos de flora y fauna (Flores-Villela y Gerez, 1994; Challenger, 1998; Ramamoorthy *et al.*, 1998).

De las aproximadamente 1100 especies de aves reconocidas en México por la Unión Americana de Ornitólogos (AOU, 1998), Oaxaca cuenta con aproximadamente el 67.0% de la avifauna del país, siendo el estado con la mayor riqueza de especies, con base en registros de colecciones científicas, literatura reciente y trabajo de campo desarrollado desde 1987 (Navarro *et al.*, 2004).

En el estado se registran 736 especies de presencia confirmada mediante especímenes o avistamientos confiables y 60 que han sido consideradas como posibles pero que no están confirmadas o son de registro dudoso (Navarro *et al.*, 2004). Además debido a que varias de las principales áreas de endemismo del país se encuentran dentro del territorio estatal, el número de taxones endémicos es también alto (Binford, 1989; Escalante *et al.*, 1993; Navarro y Benítez, 1993). Se han identificado 195 especies de aves en alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-ECOL-2001, lo que convierte a Oaxaca en el Estado con más especies en riesgo del país (Navarro *et al.* 2004).

La localidad de San Juan Coyula se encuentra en el municipio de San Juan Bautista Cuicatlán en el estado de Oaxaca, es una zona de alto interés desde el punto de vista ornitológico, por su alta diversidad, riqueza específica y por el gran número de especies endémicas, que a pesar de haber sido catalogadas como características de las zonas áridas de Norte América, tienen su punto de distribución más al sur en este valle. Así mismo, algunas especies tropicales características de ambientes más húmedos en México son abundantes en esta zona, debido a la presencia de hábitats donde muchos individuos encuentran alimento y espacio de manera estacional, moviéndose ya sea latitudinal o altitudinalmente (Arizmendi *et al.*, 1996).

1.1 ANTECEDENTES

Durante el siglo XX existió un creciente interés por el estudio de la avifauna de las diferentes regiones del Estado de Oaxaca (Binford, 1989). Previo a 1950 hubo expediciones esporádicas de recolectores profesionales como W. W. Brown y Mario del Toro Avilés (Martín del campo, 1942; Blake, 1950). A finales de los años cincuenta se incrementó el esfuerzo de inventario y recolecta, por parte de diversos investigadores, como Phillips (1966), Rowley (1966, 1968, 1984), Binford (1968) y Jehl (1974) (Navarro *et al.*, 2004).

A partir de 1997 se intensificó el trabajo de campo en el estado, como producto de estas investigaciones se obtuvo el incremento en el conocimiento faunístico y en algunos casos, la formación de colecciones científicas de referencia, complementadas con listas generadas por observadores de aves (Navarro *et al.*, 2004).

Estas investigaciones también contribuyeron para establecer prioridades a nivel de hábitat. Se han desarrollado diferentes esfuerzos nacionales e internacionales a nivel global, como el decreto de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) o el programa de Áreas de Importancia para las Aves (IBA por sus siglas en inglés) o Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA en español) que pretende formar a nivel mundial una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos (Arizmendi, 2003).

La zona de estudio se ubica dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (ANP 388) que forma parte de la Sierra Madre del Sur, abarca el extremo sureste del estado de Puebla y el noroeste de Oaxaca, tiene una superficie de 490 187 ha (CONANP, 2010; INEGI 1981). Así mismo, San Juan Coyula se encuentra en el AICA 26 Valle de Tehuacán-Cuicatlán, la cual tiene una superficie de 467 117 ha. En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán existen varios tipos de vegetación: bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, bosque de encino, bosque de cactáceas columnares, selva baja caducifolia, pastizal y matorral xerófilo. Se reportan 144 especies de aves para esta zona (Berlenga *et al.*, 2008).

De acuerdo a los criterios globales del programa IBAs de BirdLife (2007) el AICA 26 puede clasificarse dentro de las categorías A1 (Especies amenazadas a nivel mundial), A2 (Especies de

distribución restringida) y A3 (Conjunto de especies restringidas a un bioma) (Berlanga *et al.*, 2008).

Además de conocer el hábitat que ocupan las especies, es importante saber el grado de protección que tienen, ya que es evidente que la avifauna de Oaxaca se encuentra más amenazada que nunca (Iñigo-Elias y Enkerlin, 2003). En cuanto a la legislación mexicana para la conservación de especies, se cuenta con la norma oficial mexicana para la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres (NOM-059-SEMARNAT, 2010) a nivel internacional existe la lista oficial de especies amenazadas del mundo que sigue la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y BirdLife Internacional (IUCN, 2011), y la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres (CITES, 2011), cuya función principal es regular el comercio internacional de fauna y flora (Iñigo-Eliás y Erkelin, 2003).

2. JUSTIFICACIÓN

La presente lista pretende generar información sobre la avifauna de San Juan Coyula, debido a que los estudios de avifaunas locales contribuyen de manera importante al entendimiento de la diversidad de una región, su historia, función, los patrones espaciales y temporales de la distribución de las especies y es esencial para el manejo de los recursos biológicos, incluyendo la promoción de la conservación de especies (Gómez de Silva, 1997; Bojórquez-Tapia *et al.*, 1994).

También busca complementar la información disponible sobre la avifauna del estado de Oaxaca, la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán y el AICA 26 ya que las aves deben ser una herramienta que ayude a identificar la ausencia de información que debe ser complementada en el sistema de áreas naturales protegidas de los países, utilizando los datos que se generen para implementar planes de manejo y conservación regional de los recursos naturales (Arizmendi, 2003).

Debido a que las aves son muy sensibles a los cambios de su entorno pueden ser usadas como indicadoras de transformaciones del ambiente, los registros de avifauna en los diferentes tipos de vegetación presentes en los puntos de conteo permitirá reconocer los cambios en su distribución y las diferencias temporales en abundancia (Hutto, 1998).

Estimar la abundancia de especies mediante conteo por puntos de radio fijo, da información valiosa sobre las especies presentes en un lugar, permiten analizar a corto plazo parámetros de abundancia relativa, conocer la distribución de las especies sobre el hábitat que ellas prefieren, su frecuencia, sin la necesidad de enumerar la totalidad de los individuos. También sirve para hacer comparaciones entre las aves presentes en diferentes lugares o en diferentes épocas, ya que al realizar censos en diferentes temporadas, se puede comparar el número de individuos de una especie para saber si aumenta, disminuye o si ha desaparecido por completo además de alcanzar la detección de la riqueza de especies de un sitio (Hutto *et al.*, 1986; Botero *et al.*, 2005).

3. OBJETIVO

- Conocer la riqueza y abundancia de la comunidad de aves presentes en San Juan Coyula, Oaxaca.

3.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar una lista de aves mediante registros visuales y auditivos.
- Describir características de la riqueza de especies.
- Generar estimaciones de densidad con el programa Distance 6.0.
- Comparar la avifauna de San Juan Coyula con otras localidades.
- Elaborar un cartel ilustrado como recomendación para la conservación de la avifauna.

4. MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la localidad de San Juan Coyula, perteneciente al Municipio de San Juan Bautista Cuicatlán en el estado de Oaxaca (Figura 1), cuenta con un promedio de 762 habitantes (INEGI, 2010). Esta comunidad se ubica dentro de la Cañada oaxaqueña, al sureste de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán ($17^{\circ} 52' 45.80''$ N y $96^{\circ} 52' 31.99''$ O) a una altura entre 1400 y 1740 msnm. Tiene una temperatura media anual entre 16.9 y 18.7 °C, la precipitación anual varía entre 1114 y 1201 mm (Téllez-Valdés y Dávila-Aranda, 2003; Rivera-Ortiz, 2007).

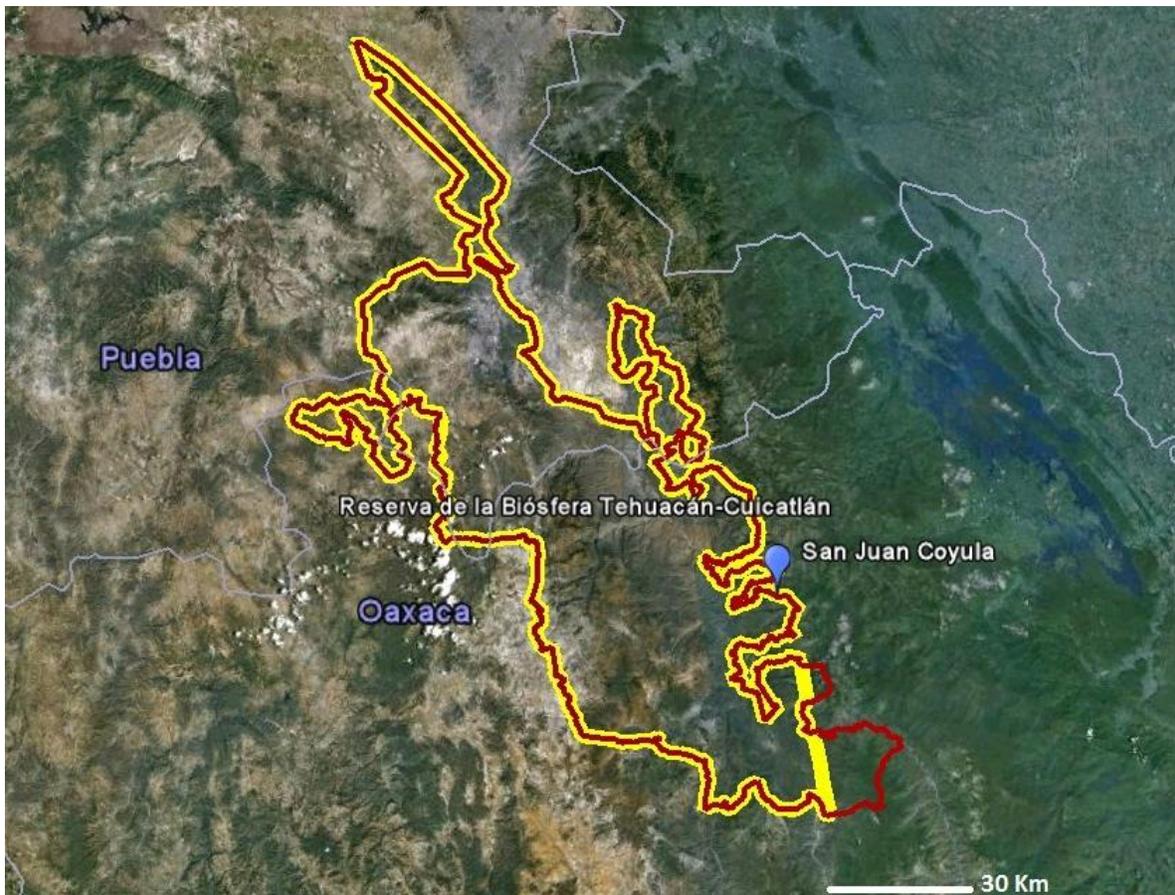


Figura 1. Ubicación de San Juan Coyula, Oaxaca (marcador azul) dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán- Cuicatlán (delimitada en rojo) y del AICA 26 Valle de Tehuacán-Cuicatlán (marcada en amarillo). También se denotan los límites de los estados de Puebla y Oaxaca (línea azul claro). Modificado de CONABIO 2010, Portal de Geoinformación CONANP 2010 y Google earth 2011.

4.1.1 Litología

La litología presente en San Juan Coyula, está constituida por unidades sedimentarias del Cenozoico y volcanosedimentarias del Mesozoico. Está constituida principalmente por grauvaca lítica verde, que forma estratos con espesor promedio de un metro, incluye horizontes interestratificados de yeso, cuyos espesores son normalmente de 30 cm. Descansa de manera discordante sobre lechos rojos, los cuales contrastan con la coloración parda clara de estos últimos, que ocupan las partes topográficamente más bajas. La presencia de evaporitas, así como la distribución restringida de esta unidad, parecen definir una cuenca continental somera, posiblemente de tipo *sabkha* (Delgado-Argote, 1988).

4.1.2 Vegetación

Esta comunidad presenta bosque de encino entre altitudes de 1700 y 1800 msnm, constituido principalmente de *Quercus magnoliifolia*, se caracteriza por una densidad de 2700 a 3200 ind/ha, que alcanzan entre 3 y 12 m, así como de *Eysenhardtia polystachya* y de algunos elementos escasos de *Acacia pennatula* y *Galactia multiflora*. El tipo de clima de esta asociación corresponde a Templado Cb, Köppen modificado por García (1998) (Valiente-Banuet *et al.*, 2009). También se presentan otras especies de encinos como: *Q. crassifolia*, *Q. urbanni*, *Q. glucoides*, y *Q. castanea*, cuyos periodos de fructificación van de julio a diciembre (Vázquez, 1992; Valencia *et al.*, 2002; Contreras-González, 2007). Asociadas a estos se pueden observar especies de orquídeas del género *Laelia* como: *Laelia superbiens* y *Laelia halbingeriana* (Figura 2, C) (Salazar *et al.*, 2006).

En las laderas se encuentra vegetación de transición, especies de selva baja caducifolia y selva baja espinosa perennifolia. Esta última se caracteriza por la predominancia de árboles de *Prosopis laevigata* (mezquite) y árboles de entre 2 a 7 m de altura, estos conservan las hojas durante todo el año, una alta proporción de las especies presentan espinas. Frecuentemente se encuentran tres especies de cactáceas columnares en esta comunidad: *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Pachycereus marginatus* (chilayo) y *Stenocereus pruinosus* (pitayo de mayo). Además de otras especies como: *Opuntia pilifera* (nopal crinado), *Celtis pallida* (granjeno), *Agave marmorata* (tepezate), *Castela tortuosa* (chaparro amargo), *Cercidium praecox* (brea), *Tillandsia recurvata*

(bromelia), *Pachycereus hollianus* (acompes) (Valiente *et al.*, 2009), *Parkinsonia praecox* (palo verde), *Cnidoscolus tehuacanensis* (mala mujer), *Lantana camara* (cinco negritos), *Pinus lawsonii* (pino), (Reyes *et al.*, 2005; Salazar *et al.*, 2006), *Pachycereus weberi* (candelabro), *Escontria chiotilla* (chonostle), *Myrtillocactus schenckii* (padre nuestro) y *Neobuxbaumia tetetzo* (teteche) (Reyes *et al.*, 2004).

En la asociación de selva baja caducifolia se presentan árboles sin espinas de tallo fotosintético, plantas de hasta 10 m de alto. Las especies dominantes son árboles de hojas caedizas con troncos verdes, amarillentos, glaucos y rojos en su mayoría presentan cortezas exfoliantes y tejido fotosintético. Las especies más características son los llamados cuajotes o árboles de copal *Bursera morelensis* (mulato), *B. aptera* (cuajote amarillo), *B. aloexylon* (linaloe) y *B. schlechtendalii* (aceitillo). Además de especies como *Plumeria rubra* (flor de mayo), *Ipomoea arborescens* (cozahuate), *Ceiba parvifolia* (pochote), *Cyrtocarpa procera* (chupandia) y *Solanum tridynamum* (berenjena espinosa) (Figura 2, B) (Valiente *et al.*, 2009).

Entre los 1000 y 1550 msnm se encuentra la asociación del Cardonal *Pachycereus grandis* (cardón), una cactácea columnar que alcanza los 9 ó 10 m de altura (Valiente *et al.*, 2009) (Figura 2, A). Hay actividad agrícola anual en las que se combina el cultivo de *Zea mayz* (maíz) y frutales como *Diospyros digyna* (zapote negro) y *Citrus aurantifolia* (limón) (INEGI, 1985; Contreras-González, 2007).



Figura 2. Gradiente en los tipos de vegetación presentes en los puntos de conteo de San Juan Coyula, Oaxaca; A asociación de cardonal y cactáceas columnares; B vegetación de transición, especies de selva baja caducifolia y selva baja espinosa perennifolia; C bosque de encino.

4.2 Muestreos de la avifauna

Se realizaron nueve visitas a la zona de estudio desde abril del 2010 a enero del 2011, con una duración de 2 a 3 días cada una. Se eligieron 20 puntos de conteo (Figura 3, Anexo 1) que se conservaron durante todo el estudio con la finalidad de obtener una muestra representativa del área muestreada (MacGregor *et al.*, 2010) permitiendo la comparación entre diferentes hábitats de vegetación abierta o cerrada (Hutto *et al.*, 1986). Cada punto estuvo delimitado por un radio de 25 m, ya que el protocolo dicta que los esfuerzos en la detección de aves se concentran cerca del punto (a menos de 30 m), esto maximiza la posibilidad de observar la totalidad de las especies que se presentan en este (Buckland, 2006). Otras de las ventajas que confiere este tipo de muestreo son la calidad de los datos para la estimación de la abundancia y la seguridad al realizar los registros, pues no hay que desplazarse mientras se hacen los conteos (Buckland *et al.*, 2008).

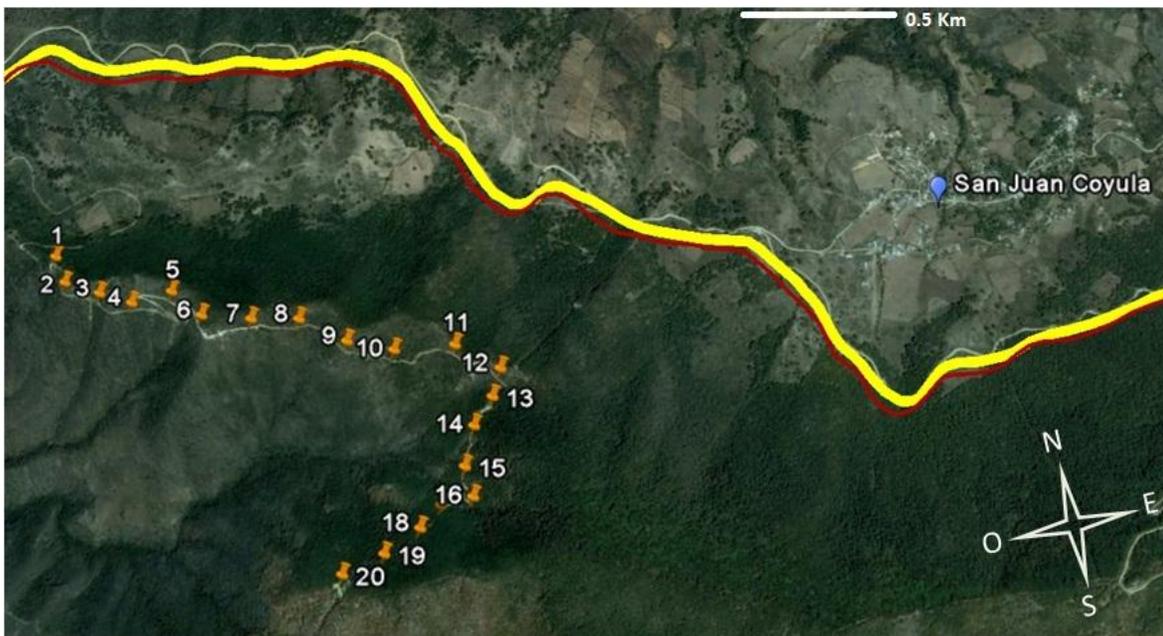


Figura 3. Los 20 puntos de conteo dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán y el AICA 26, la ubicación del poblado de San Juan Coyula marcada en azul. Modificado de CONABIO 2010, Portal de Geoinformación, CONANP 2010 y Google earth 2011.

Los puntos se ubicaron sobre un sendero en el que se podían registrar especies sobre el dosel y entre la vegetación (Figura 4). El primer punto se eligió de forma aleatoria; posteriormente se marcaron los demás de forma sistemática respecto al primero, con una separación de 150 m entre

ellos (Arizmendi *et al.*, 2008). Debido a que los puntos situados de forma sistemática con un comienzo aleatorio se utilizan a menudo en experimentos de campo, dado que aseguran una cobertura a lo largo de un área de estudio sin tener en cuenta las configuraciones del hábitat (Cochran, 1977). La distancia fue tomada por conteo de pasos, marcada con GPS y cinta flagging. El total del estudio incluyó 23 días y 40 muestreos.

Para determinar la composición de la comunidad de aves se utilizó el método de conteo por puntos de radio fijo siguiendo la metodología propuesta por Hutto *et al.* (1986) y modificada por Arizmendi (2008). Consiste en realizar censos de manera visual y auditiva dentro del radio de 25 m, por un solo observador con ayuda de binoculares (Pentax 8 X 35) y se registró el número total de individuos de cada especie detectados durante 10 minutos medidos con cronómetro (Figura 5).

Las observaciones se realizaron de manera rotativa entre meses iniciando por un extremo diferente del transecto en dos etapas durante el día, tomando en cuenta los picos de actividad de las aves, uno por la mañana aproximadamente de (6:30 a 12:00) y el otro en la tarde antes de que se ocultara el sol (2.00- 7.00 pm). La identificación de aves se llevó a cabo con las guías de campo: Arizmendi y Valiente (2006), Howell y Webb (1995), Peterson y Chaliff (2008), Van Perlo (2006) y National Geographic Society (2001).

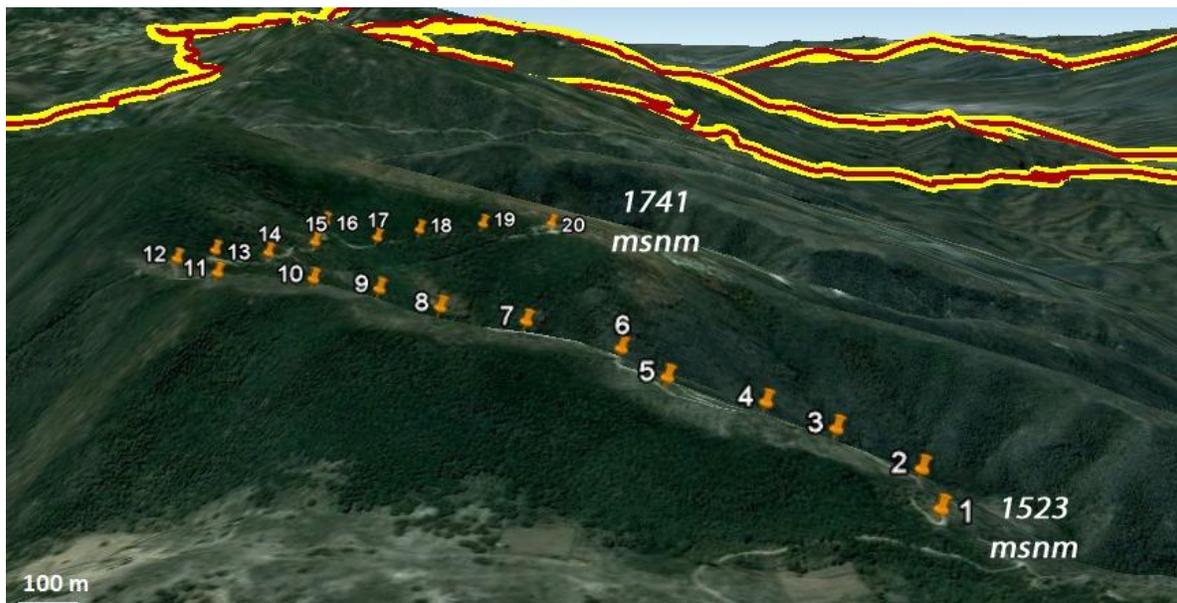


Figura 4. Gradiente altitudinal de los puntos sobre el sendero, las líneas marcan los límites del AICA (amarilla) y ANP (roja).

Las aves identificadas por cantos o avistamientos mientras se caminaba entre puntos se anotaron como presentes, estos datos solo contribuyeron para complementar la lista de especies del sitio pero no a los análisis.

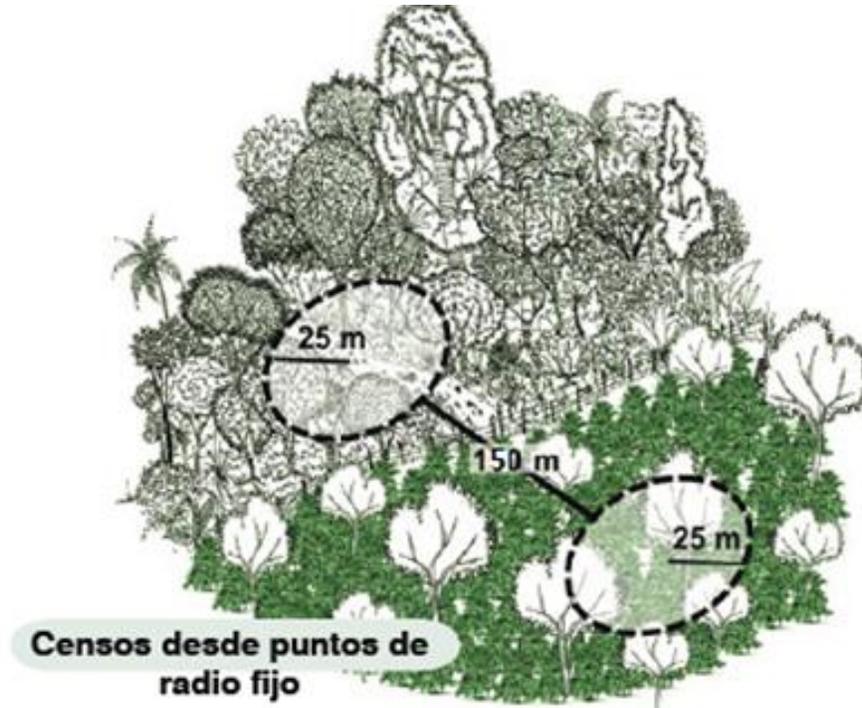


Figura 5. Método de conteo por puntos de radio fijo, el observador se sitúa en el centro del círculo imaginario de 25 m de radio y registra a todas las aves detectadas durante 10 minutos. Tomado de Botero *et al.* (2005).

En cada punto se registró tipo de vegetación, fecha, hora de inicio y término, estado del tiempo y coordenadas. También datos de las especies: número de punto fijo, nombre de la especie, número de individuos (si es que iban en grupos), sexo (si es que se podía diferenciar), distancia en metros desde el centro del punto hasta el ave, vocalizaciones, sustrato (Figura 6) y actividad (volando=V, percha= P, canto= Ca, caminando= Cm y alimentándose= Am).

La actividad de percha se registró cuando un ave se observó sobre algún elemento vegetal en el cual permaneció posada o cuando un grupo de aves que se encontraba volando posteriormente se detuvo sobre la vegetación. Se consideró como alimentación cuando se vió algún tipo de forrajeo o cuando el ave buscó o ingirió alimento. El registro de aves volando se anotó cuando se

avistaron individuos o bandadas en el espacio aéreo. La actividad caminando o moviéndose se reportó cuando las aves estaban acechando, interactuando con otro individuo o cuando se observaron moviéndose colectando algún material ó simplemente cuando se movían sobre la corteza de un tronco. Finalmente la actividad de canto se separó de percha por que se consideró como específica de algunas especies.

Para las actividades se tomó en cuenta el orden jerárquico de importancia, si el mismo individuo se observó realizando más de una actividad desde un mismo punto o durante un mismo registro se anotaron todas las actividades realizadas, pero al principio de la lista se consideró la que se observó a la llegada al punto o durante más tiempo, este dato fue el que se usó para la gráfica.



Figura 6. Ejemplos de algunas aves en diferentes sustratos. Aéreo= Ae (*Buteo jamaicensis*), Árbol= A (*Piranga flava* y *Setophaga townsendi*), arbusto= a (*Peucaea mystacalis*), cactus= C (*Melanerpes hypopoliis*), Suelo= S (*Junco phaeonotus*) fotografías tomadas en campo.

4.3 Análisis de datos

Con la información obtenida de los muestreos en campo se generaron bases de datos en hojas de cálculo de Excel (Microsoft Office Excel, 2007), organizando la información obtenida por: horarios, puntos, individuos y número de especies totales.

4.3.1 Curva de acumulación de especies

Para realizar el análisis de la riqueza de especies y evaluar la calidad del muestreo se utilizó la ecuación de Clench una función de acumulación de especies, (Moreno y Halffter, 2000) pues da fiabilidad al inventario, posibilita su comparación con otros y extrapola el número de especies observado para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde y Hortal, 2000). Este último punto sería inabordable para los estimadores no paramétricos, pues se basan en el supuesto de que mientras más especies raras haya, mayor será el número de especies que queden por aparecer en el inventario, además presentan un funcionamiento poco fiable a diversas situaciones como: elevado número de especies raras, distribución agregada de los organismos y baja proporción de especies observadas frente al número real (Petersen y Meier, 2003).

La curva de acumulación de especies permitió saber si el tiempo de muestreo fue suficiente para observar a la mayoría de las especies, ya que evalúa el número observado con respecto al esperado. Es el modelo más utilizado y muestra un buen ajuste con muchos taxones (Araneae: Jiménez-Valverde y Lobo, 2004; Papilionoidea y Hesperioidea: Soberón y Llorente, 1993; Chiroptera: Moreno y Halffter, 2000), ya que la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con el esfuerzo de muestreo, al principio se colectan especies comunes y la adición se produce rápidamente por lo tanto la pendiente de la curva comienza siendo elevada, a medida que se prosigue con el muestreo son las especies raras como los individuos provenientes de otros lugares los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende y se acerca a la asíntota (Jiménez- Valverde y Hortal, 2000).

Para realizar la curva se creó una matriz de datos de presencia- ausencia, donde las filas representaron las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo (días). El archivo

se cargó en el programa EstimateS 8.0 (Colwell, 2009) que usa un algoritmo de aleatorización de 100 remuestreos con reemplazamiento para obtener un promedio estadístico de adición de especies observadas (Sobs) con el aumento en el esfuerzo de muestreo, de esta manera se elimina el posible efecto que tendría el orden en el que se añaden las muestras a la curva (Colwell y Coddington, 1994). Una vez que se obtuvo el promedio, se utilizaron las columnas de los días de muestreo y del estimador Sobs Mao Tau, que es el promedio de especies acumuladas para cada intensidad de muestreo (día) teniendo en cuenta los datos empíricos (Colwell *et al.*, 2004).

Estos resultados se exportaron al programa Statistica 6 (StatSoft, 1997) (Jiménez- Valverde y Hortal, 2000). En el programa se realizó el análisis para el ajuste de las funciones mediante la estimación no lineal con el algoritmo de simplex y Quasi-Newton (se basa en procedimientos geométricos que minimizan el error en el ajuste del modelo de los datos observados). Se introdujo la ecuación de Clench ($S_n = a*n / (1 + b*n)$), que es recomendada para estudios en sitios de área extensa y para protocolos en los que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pasa en el campo, eventualmente la adición disminuirá, pero la experiencia en el campo la aumenta (Soberón y Llorente, 1993). Una vez que se introdujo la ecuación de Clench se obtuvieron los datos de los valores predichos y observados, con estas dos columnas se generó la curva de acumulación de especies en Excel, adicionalmente se obtuvo la siguiente información:

- a : Tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario.
- b : Parámetro relacionado con la forma de la curva.
- R^2 Medida descriptiva de la proporción de varianza explicada por la función, sus valores van de 0 a 1, más próximos a este último cuanto mejor sea el ajuste a la función de datos.
- La asíntota de la curva, es decir el número total de especies predicho por ella, se calculó como a/b .
- El esfuerzo de muestreo para un inventario completo $n_q = q / [b*(1-q)]$ donde $q = S_n / (a/b)$

Para determinar el porcentaje de especies inventariada se dividió el valor observado entre el predicho por la asíntota, con este dato se estimó si los muestreos fueron lo suficientemente

exhaustivos. La pendiente al final de la curva se obtuvo como la de la recta tangente en cada punto, es decir la primera derivada de la función ajustada, para la ecuación de Clench: $a/(1+b*n)^2$ se uso como unidad de esfuerzo de muestreo el número de registros, esto sirve para saber la calidad del inventario, cuando es menor a 0.1 indica que se ha logrado un inventario altamente fiable, a pesar de ser aún incompleto (Jiménez- Valverde y Hortal, 2000).

4.3.2 Riqueza de especies

Se realizó un listado de especies que sigue el arreglo taxonómico propuesto por la AOU (1998), incluye orden, familia, nombre científico, nombre común en español e inglés, estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, situación en lista roja de la UICN, categoría de endemismo a México, posición en el acta para la conservación de aves migratorias neotropicales (NMBCA) y la estacionalidad. Empleando la base de datos final se elaboró una gráfica del número familias, géneros y especies que contenía cada orden, así como de las familias mejor representadas por un mayor número de especies.

El estatus de conservación de las especies se analizó según tres criterios diferentes: la NOM-059-SEMARNAT-2010, los criterios del libro rojo de la UICN 2011, y CITES 2011 la función de este último es vigilar el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres sin que implique una amenaza para su supervivencia. Las especies amparadas por CITES están incluidas en tres Apéndices, el I incluye todas las especies en peligro de extinción, el comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales; el Apéndice II incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse para evitar que así sea y finalmente el Apéndice III incluye especies que están protegidas en al menos un país el cual ha solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio (CITES, 2011).

La gráfica del porcentaje de especies registradas en cada categoría de endemismo se basa en González-García y Gómez de Silva (2003). Las especies “Endémicas a México” se encuentran restringidas a un área geográfica, los límites políticos del país. Las especies “Cuasiendémicas” son aquellas que penetran ligeramente algún país vecino debido a la continuidad de los hábitats o sistemas orográficos, aquellas cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor

de 35 000 Km². Las especies “Semiendémicas” son aquellas endémicas a un país o región durante una época del año.

La gráfica de estacionalidad registra por separado las especies migratorias y residentes agrupadas por meses basadas en la AOU (1983), que considera como especies “residentes” aquellas con un área geográfica conocida, residencia regular y que no realizan migración. Las especies migratorias se describen en dos categorías: las “visitantes de invierno” que no se reproducen ni permanecen todo el año dentro del estado y las “residentes de verano”, que llevan a cabo su reproducción en la zona y posteriormente migran. Las especies “casuales” cuya inclusión se basa en dos o pocos registros, no son suficientes para constituir una ocurrencia regular, pero en las que los registros posteriores no son improbables. Las especies “accidentales” cuya inclusión se basa en uno o dos (raramente más) registros u observaciones con una probabilidad razonable de ser avistadas, son literalmente accidentales dentro del área y es poco probable que ocurran de forma regular; las dos últimas categorías se consideraron como migratorias para la gráfica.

Se realizaron gráficas para analizar la fluctuación de la riqueza como: el número de especies por temporada de lluvias y sequía, especies e individuos por fecha de muestreo, detecciones en los puntos, distribución de las observaciones por horarios, uso de espacio y actividad de las especies observadas.

A partir del listado de especies por punto de muestreo se generó un dendrograma empleando el análisis de similitud de Jaccard, y la técnica de agrupación de la media aritmética no ponderada UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), con el objetivo de comparar la similitud en composición de especies de los sitios muestreados. Este análisis se realizó en el programa Biodiversity Profesional versión 2 (McAleece, 1997), con una base de datos de presencia-ausencia que incluía todos los muestreos y especies registradas en los 20 puntos de conteo.

4.3.3 Análisis de Abundancia: estimaciones de la densidad de aves

Las estimaciones de abundancia de aves (tamaño de la población o la densidad), se hicieron mediante métodos de muestreos de distancia, con el programa Distance 6.0 (Thomas *et al.*,

2009). Este software permite calcular la probabilidad de detectar a un individuo a distancias cada vez mayores del observador y estima el número de individuos de una especie que existen en el área muestreada (Buckland *et al.*, 2001). La densidad se conoce sin necesidad de enumerar la totalidad de los individuos en una parcela. Se utilizaron datos de muestreos en puntos de conteo, se asume que una proporción desconocida ($1-P_a$) de las aves dentro de las parcelas circulares de radio fijo no son detectadas. Si se obtiene una estimación \hat{P}_a de la proporción detectada, entonces la densidad \hat{D} , se calcula por:

$$\hat{D} = \frac{n}{a\hat{P}_a} = \frac{n}{k\pi w^2 \hat{P}_a}$$

Donde n es el número de aves encontradas, $a=k\pi w^2$ es el tamaño total de los puntos muestreados (la zona cubierta), k es el número de punto de conteo, π es la relación entre la longitud de la circunferencia y su diámetro, w es el radio fijo del punto y P_a es el promedio de la probabilidad de detección de las aves en el área, se estima modelando la función de detección $g(r)$ que es la probabilidad de que un ave a distancia r del punto sea detectada tal que ($0 \leq r \leq w$). Se elige un modelo adecuado para esta función, especificando así la forma de la relación entre la probabilidad de detección y la distancia entre el ave y el punto. Los supuestos de este método son: 1) $g(0)=1$, es decir, cualquier ave dentro del punto será detectada, 2) las aves se detectarán en su posición inicial, 3) la medición de la distancia del observador al ave será exacta, 4) para aves que aparecen en grupos (*clúster*) el tamaño del mismo se estimará sin error y finalmente, 5) los puntos de muestreo serán representativos de la región estudiada (Buckland *et al.*, 2008).

Para disminuir los problemas en las variaciones de la detectabilidad este trabajo se realizó en un sitio con variaciones estacionales marcadas, heterogeneidad ambiental, en un área de muestreo grande para que fuera representativa de la zona, con puntos de radio fijo definido a 25 m y separación de 150 m entre ellos, realizadas por un observador con un entrenamiento previo en otra zona (y un acompañante) para causar poca perturbación al llegar al punto de muestreo.

Como se mencionó se eligieron puntos de radio fijo como representativos del área, debido a que la densidad de aves se basa en estos conteos, los puntos que difieren en sus radios no son comparables, a pesar de que se puedan convertir a un número común por unidad de área; las detecciones que se acumulan son en parte resultado del movimiento de las aves dentro del radio

fijo, es más probable que esta tasa de acumulación sea proporcional a la circunferencia que al área de un círculo (Hutto *et al.*, 1986).

Una vez que la base de datos contenía la totalidad de los muestreos se separó por los registros de cada especie, se eligieron solo aquellas que tuvieron más de diez avistamientos en los puntos de conteo por ser estadísticamente representativas para el programa, los valores se analizaron con el programa Distance 6.0, bajo la siguiente configuración de modelo de detección: análisis generadores CDS (muestreos convencionales de distancia) con índice de confianza de 95% en las 12 combinaciones posibles para las cuatro funciones clave y las tres series de expansión disponibles en el programa (Cuadro 1). El análisis CDS implementa la estructura de modelo de detección semiparamétrico, flexible; donde la función clave paramétrica se iguala con cero y las series de expansión se ajustan a estos términos (Thomas *et al.*, 2010).

El criterio de selección elegido fue el Criterio de información de Akaike (AIC) con menor valor para cada modelo generado (Buckland *et al.*, 1993). El AIC proporciona una medida relativa de ajuste y los valores de AIC solo son comparables si se aplican a los mismos datos (Thomas *et al.*, 2010). Es una medida de la cantidad de información K-L (teoría de la información Kullback-Leibler) que se pierde al sustituir una colección de datos reales por un modelo más sencillo que los describe, es más plausible el ajuste de los datos al modelo con la menor pérdida de información, el menor valor de AIC (González-Oreja *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Funciones clave y series de expansión disponibles en la configuración para generar muestreos convencionales de distancia en el programa *Distance 6.0*.

Función clave		Serie de expansión	
Uniforme	U	Coseno	Cos
Media-normal	Mn	Polinomio simple	Ps
Tasa de riesgo	Hr	Polinomio de Hermite	Ph
Exponencial negativa	En		

4.3.4 Comparación de especies de San Juan Coyula con otras listas de aves

Se hizo una comparación entre listados de aves de diferentes localidades con distintos tipos de vegetación cercanos o dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán (Figura 7). Se realizó la búsqueda en la literatura de los listados de cada zona, se ordenaron en una base de datos de presencia-ausencia de especies totales en cada sitio, se revisó cuantas especies hay en común con San Juan Coyula. Se creó un análisis de agrupamiento con el fin de identificar patrones de similitud entre localidades, dada la composición de cada una. Para este análisis se empleó la técnica de agrupación de la media aritmética no ponderada o UPGMA, este método se basa en el cálculo de una matriz de distancia, en la cual se lleva a cabo la búsqueda de la distancia más pequeña que se haya generado al relacionar los grupos (Hillis *et al.*, 1996). Se eligió el coeficiente de similitud de Jaccard, debido a que la comparación se hizo con las listas disponibles para cada localidad y este índice es adecuado para analizar datos de presencia-ausencia y no sobreestima el peso de las especies únicas ni las compartidas (Krebs, 1999) dentro del programa Biodiversity Pro versión 2 (Mc Aleece, 1997). Se generó el dendrograma que sirve para conocer el número de pasos que se forma en la matriz, así como la distancia entre los grupos (Krebs, 1999).

La comparación entre diferentes listas se hizo con la intención de inferir que tan completo fue el inventario obtenido, saber si están registradas la mayoría de las aves que ocurren en la zona, contrastar si hubo un registro suficiente de especies raras, cotejar la distribución geográfica por la cercanía con las zonas comparadas y revisar que especies de San Juan Coyula se encuentran en otros trabajos realizados dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán y la Ciudad de Puebla. Las localidades analizadas son:

- 1) Lista de aves del Valle de Tehuacán, Puebla, Matorral Xerófilo con dominancia de Cactáceas Columnares (Arizmendi y Espinosa de los Monteros, 1996).
- 2) Lista de la avifauna de dos zonas con bosques secos en el norte de Oaxaca, un listado es para Santiago Quiotepec y otro para el Río Tomellín (Peterson, *et al.*, 2003).
- 3) Lista de aves del Río Salado, con vegetación ribereña y arbustos de Mesquite (Arizmendi *et al.*, 2008).
- 4) Lista de aves de la guía del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M., R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).

- 5) Listado sistemático de la avifauna registrada en la selva baja caducifolia del Cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca (Vázquez *et al.*, 2009).

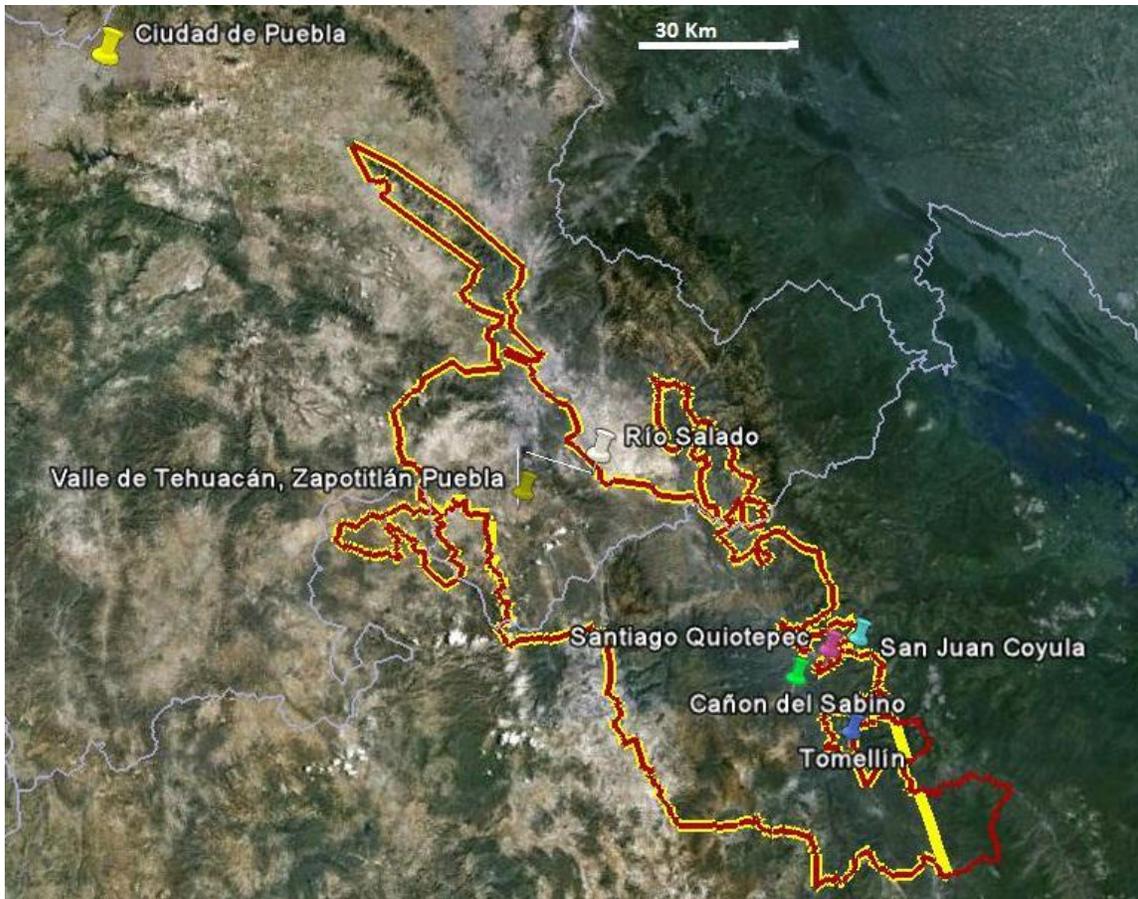


Figura 7. Localidades usadas para el análisis de similitud, cercanas o dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán

4.3.5 Cartel de la avifauna representativa de San Juan Coyula.

Con los datos obtenidos de la lista de aves se elaboró un cartel con fotografías de alumnos del laboratorio de ecología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, así como las tomadas en campo (cámara Kodak Easy Share Z981). Incluye los datos del tamaño, nombres científicos, nombres comunes en inglés y español. Será entregado al comisariado de bienes comunales en la agencia municipal de San Juan Coyula con la finalidad de contribuir al conocimiento de las aves de la localidad por parte de los pobladores y promover la conservación de estas especies.

5 RESULTADOS:

5.1 Curva de acumulación de especies

El estimador Sobs se basa en los datos reales de las especies observadas con un nivel de confianza del 95% (cuadros rojos), no se observan diferencias significativas con respecto a las especies esperadas (línea azul), la predicción en función del modelo de Clench (Moreno y Halffter, 2000) del número acumulativo de muestras es similar, el valor de $R^2= 0.9971$ fue muy cercano a uno, lo que indica que hubo un buen ajuste a la función de datos, sin embargo sólo se registró el 85% de la avifauna posible de registrar ($S_{obs}= 130$; $a= 32.4157$, $b= 0.2127$), pues la asíntota (a/b) predijo un total de 152.40 especies, lo que indica que se requerirán de más muestreos para complementar el inventario. Aunque a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables (Moreno y Halffter, 2000). La pendiente al final de la curva fue de 0.040 y por ser menor a 0.1 nos indica que se logró un inventario fiable a pesar de ser aún incompleto (Jiménez- Valverde y Hortal, 2000) ($n_{90}= 0.90/(0.21(1-0.90))= 42.85$) (Figura 8).

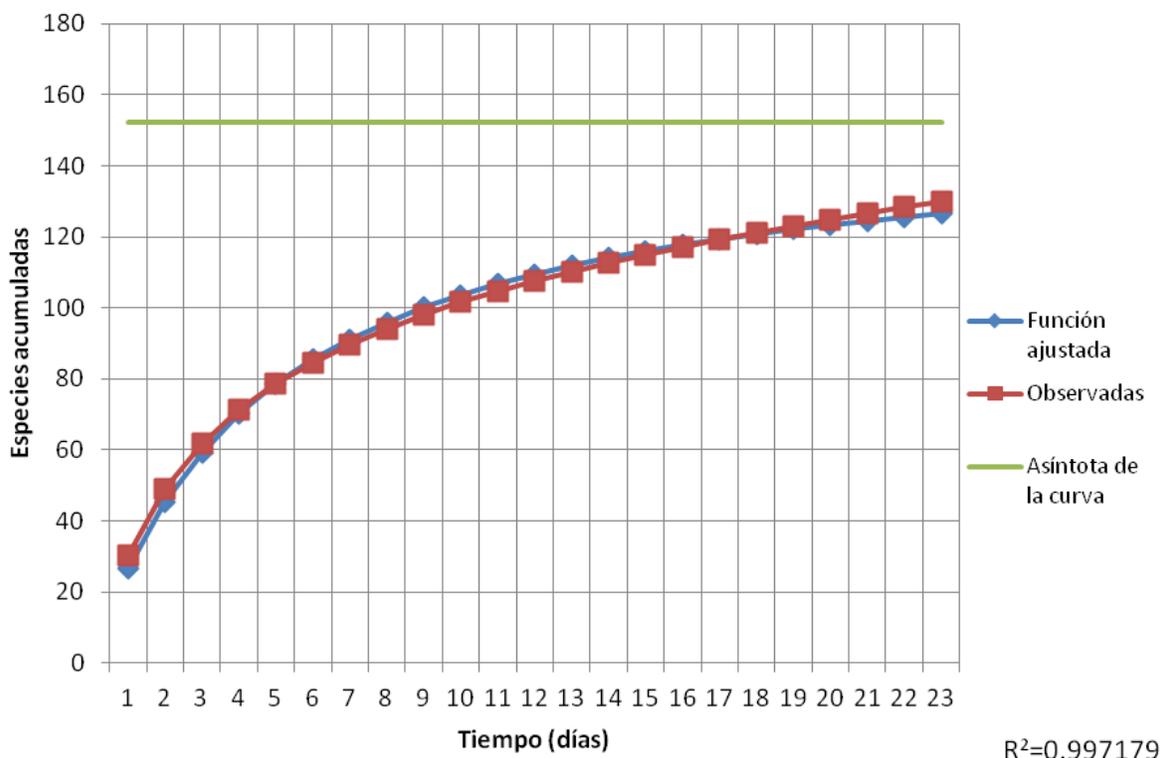


Figura 8. Curva de acumulación de especies. Representa la riqueza de especies en los 23 días de muestreo, realizados en los dos horarios del día durante los nueve meses de toma de datos.

5.2 Riqueza de especies

Se registraron 130 especies para la localidad de San Juan Coyula (Anexo 2), repartidas en 10 órdenes, 30 familias y 86 géneros. El orden más representativo en número de especies fue Passeriformes con 98 (75.38%), seguido de Apodiformes con 11 (8.46%), Accipitriformes con siete (5.38%), Columbiformes seis (4.61%), Falconiformes y Piciformes cada uno con dos especies (1.53%). Mientras que Galliformes, Cuculiformes, Trogoniformes y Psittaciformes estuvieron representados por una sola especie (0.76%) (Figura 9).

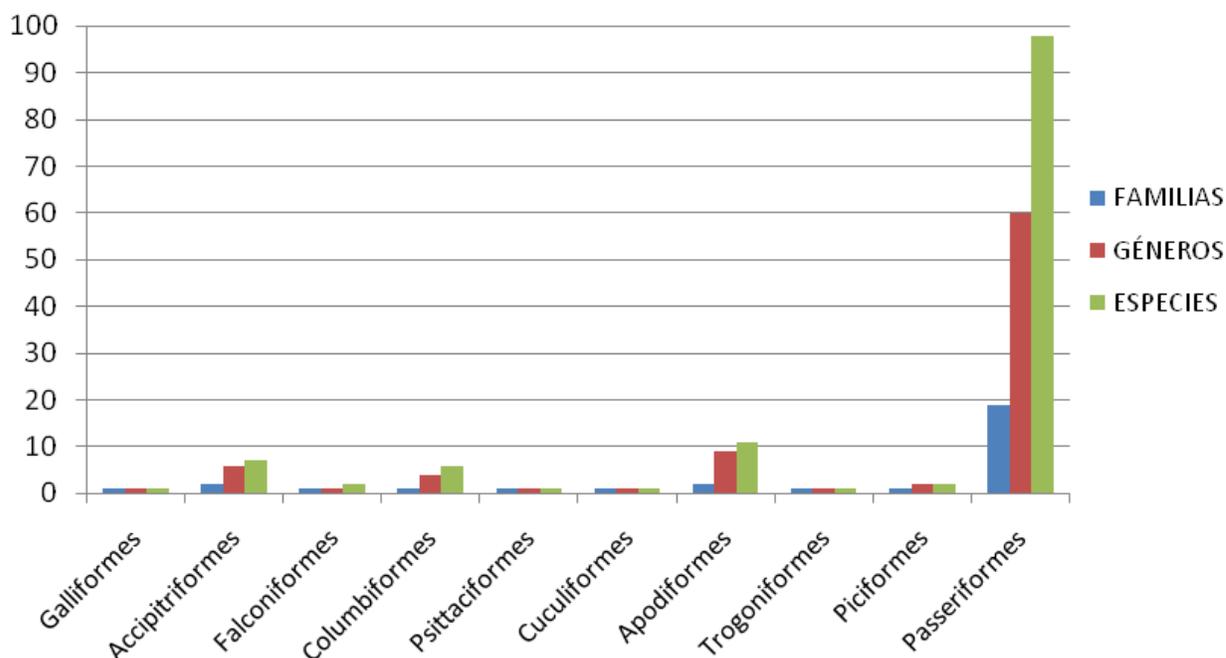


Figura 9. Número total de taxones de aves registradas en la localidad de San Juan Coyula.

El total de individuos registrados en los puntos fue 3,410 repartidos en los 10 órdenes. Los que presentaron mayor número de individuos fueron los Passeriformes con 2221, Apodiformes con 880, Accipitriformes con 135 y Columbiformes con 123, el orden Trogoniformes estuvo representado por dos individuos y Psittaciformes por uno.

En cuanto a las Familias que presentaron el mayor número de especies: Parulidae tiene 17 (13%), Emberizidae 14 (11%), Tyrannidae 13 (10%), Trochilidae 10 (8%), Icteridae y Cardinalidae cada una con nueve especies (7%), Turdidae siete (5%), Columbidae seis (4%), Vireonidae y Accipitridae cada

una con cinco (4%) y las 35 Familias restantes (27%) están representadas por menos de cinco especies (Figura 10).

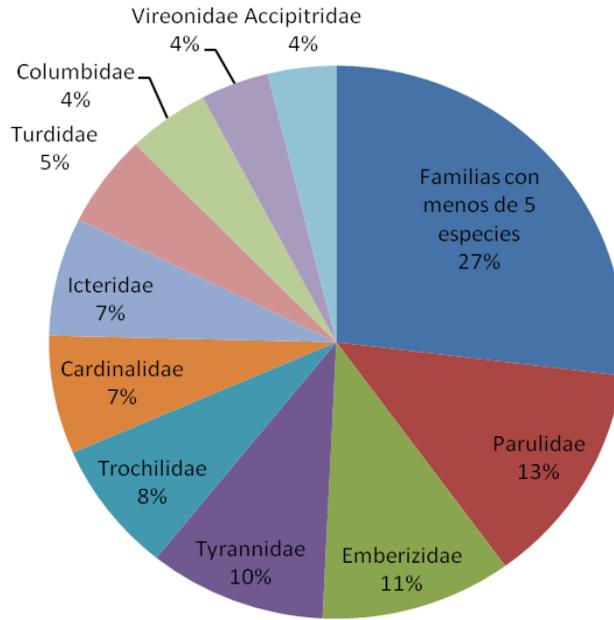


Figura 10. Familias más representativas por el número de especies

5.2.1 Estatus de conservación

De las 130 especies registradas, diez se encuentran en la categoría de sujeta a protección especial (PR) por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En esta categoría están aquellas especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o de las poblaciones asociadas. La Guacamaya verde (*Ara militaris*) se encuentra en la categoría de en peligro de extinción (P) debido a que sus áreas de distribución o el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat (Ríos-Muñoz y Navarro-sigüenza, 2009; SEMARNAT, 2010). El colibrí ala castaña (*Lamprolaima rhami*) y el chipe tolmie (*Geothlypis tolmiei*) se encuentran en la categoría de amenazadas (A), ya que estas especies podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando factores que inciden negativamente en su viabilidad, al

ocasionar deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de las poblaciones de acuerdo a la NOM- 059-2010. El resto de las especies se encuentran sin categoría (SC).

De acuerdo a los criterios del libro rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) *Ara militaris* se encuentra en la categoría de Vulnerable (VU) ya que se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre (UICN, 2010), el Mosquero del balsas (*Xenotriccus mexicanus*) y el Zacatonero oaxaqueño (*Aimophila notosticta*) se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT) ya que al ser evaluadas se encuentran cercanas a las categorías EN o VU, próximas satisfacer los criterios en un futuro. Además 70 especies están registradas en el Acta para la Conservación de las Aves Migratorias Neotropicales (NMBCA) según Berlanga *et al.* (2008). Con base en CITES, *Falco peregrinus* y *Ara militaris* son categorizadas en el Apéndice I, y el comercio en especímenes de estas especies solamente se autoriza bajo circunstancias excepcionales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies en alguna categoría de riesgo (se resalta la especie incluida en las tres normas)

	NOM-059			LISTA ROJA UICN		CITES
	A	P	PR	NT	VU	Apéndice I
<i>Accipiter striatus</i>			X			
<i>Buteogallus anthracinus</i>			X			
<i>Parabuteo unicinctus</i>			X			
<i>Buteo lineatus</i>			X			
<i>Falco peregrinus</i>			X			X
<i>Ara militaris</i>		X			X	X
<i>Xenotriccus mexicanus</i>			X	X		
<i>Vireo nelsoni</i>			X			
<i>Myadestes occidentalis</i>			X			
<i>Lanio aurantius</i>			X			
<i>Aimophila notosticta</i>			X	X		
<i>Lamprolaima rhami</i>	X					
<i>Geothlypis tolmiei</i>	X					

5.2.2 Endemismo

Respecto al endemismo, 14 especies fueron endémicas a México (10.76%), 10 semiendémicas (7.69%) y cinco cuasiendémicas (3.84%) (Figura 11). Las especies “endémicas a México” fueron *Ortalis poliocephala*, *Cyananthus sordidus*, *Melanerpes hypopolius*, *Xenotriccus mexicanus*, *Vireo brevipennis*, *Vireo nelsoni*, *Campylorhynchus jocosus*, *Turdus rufopalliatus*, *Melanotis caerulescens*, *Atlapetes pileatus*, *Aimophila notosticta*, *Melozone kieneri*, *Melozone albicollis* y *Peucaea mystacalis*. Las especies “semiendémicas” fueron *Cyananthus latirostris*, *Amazilia violiceps*, *Lampornis clemenciae*, *Empidonax wrightii*, *Tyrannus vociferans*, *Cardellina rubrifrons*, *Spizella pallida*, *Pheucticus melanocephalus*, *Icterus bullockii* e *Icterus parisorum*, las especies “cuasiendémicas” *Ptilogonys cinereus*, *Basileuterus rufifrons*, *Junco phaeonotus*, *Pheucticus chrysopeplus* e *Icterus graduacauda* y finalmente 101 especies no endémicas (77.69%).

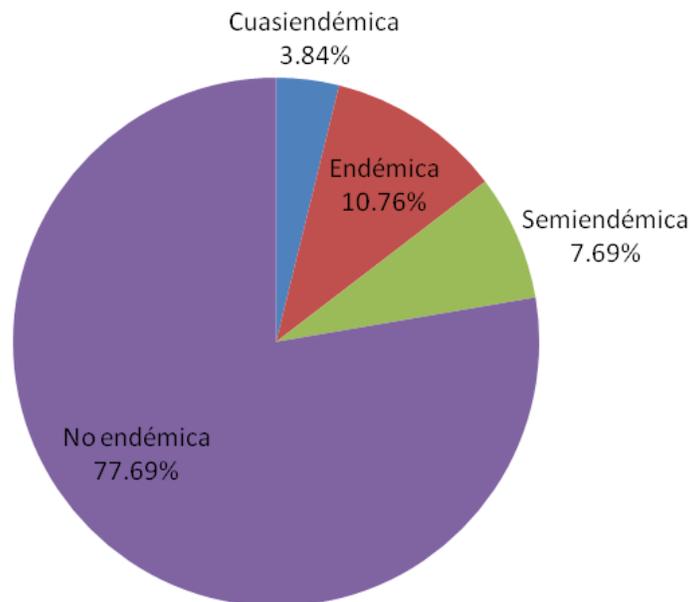


Figura 11. Porcentaje de especies en cada categoría de endemismo (González-García y Gómez de Silva, 2003).

5.2.3 Estacionalidad

El número de especies registrado para la zona de estudio en cada salida fue distinto a lo largo del año (Figura 12). Al separar las especies en residentes y migratorias, se observa un incremento en el número general en los meses de octubre a enero, a diferencia de lo que sucede de abril- agosto,

en donde las especies migratorias son pocas, lo que afecta en menor medida al número general registrado. Diciembre fue el mes con el mayor número de especies registradas (74), de las cuales 35 fueron migratorias y 39 residentes; seguido de octubre con 68 especies, donde se observa igual proporción de especies migratorias y residentes. El mes de abril tuvo la menor cantidad de registros 22 especies, de las cuales cinco fueron migratorias. En agosto también hubo pocos registros (24 especies), seis migratorias y 18 residentes, en este mes y en julio no se pudieron realizar los muestreos en los dos horarios, durante tres días a causa de la lluvia, por la misma causa en el mes de septiembre no hubo conteos en campo. En cuanto al esfuerzo de muestreo en cada salida, la dos, seis, siete y ocho tuvieron más tiempo de muestreo, coincidiendo en la últimas tres con el registro de más especies y la época de migración.

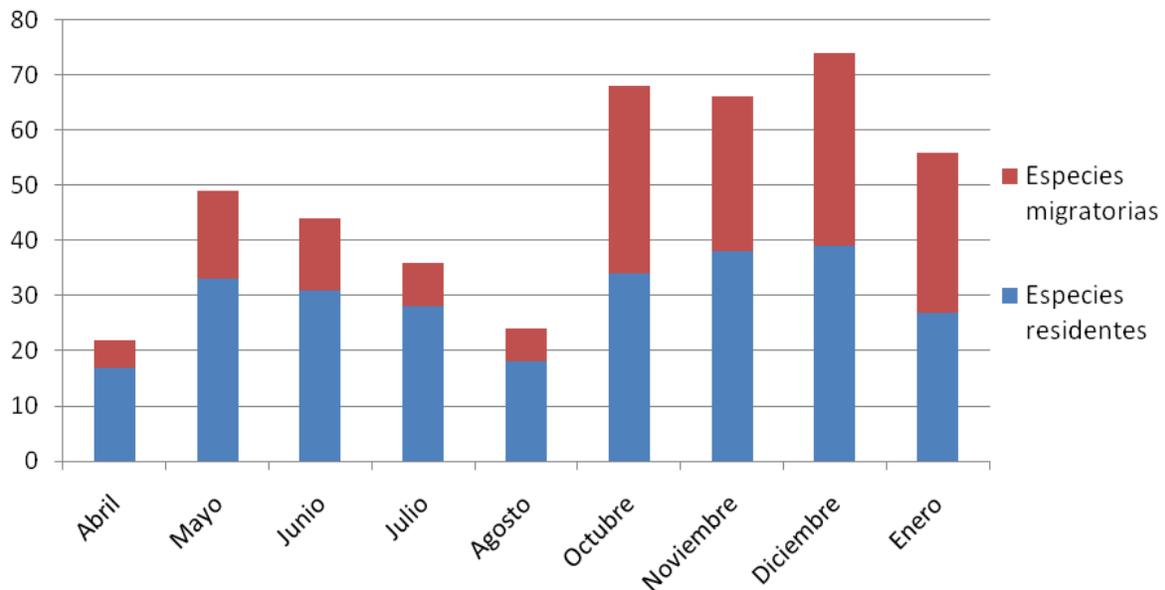


Figura 12. Número de especies registradas por mes discriminándolas en residentes y migratorias de acuerdo a la clasificación de la AOU (1983).

De acuerdo a las categorías propuestas por la AOU (1983), el listado se clasificó en: 53 especies residentes y 53 visitantes de invierno (40.76%), nueve casuales (6.92%) y ocho accidentales (6.15%). Entre las que se cuentan: *Accipiter striatus*, *Parabuteo unicinctus*, *Buteo lineatus*, *Ara militaris*, *Colibri thalassinus*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Toxostoma curvirostre* y *Setophaga fusca*, especies que tuvieron uno o máximo dos avistamientos, incluso algunos de estos registros no ocurrieron en los puntos de conteo, sino en zonas aledañas a estos o cerca del pueblo, por lo

que es poco probable que ocurran de forma regular. Finalmente siete especies residentes de verano: *Tachycineta thalassina*, *Stelgidopteryx serripennis*, *Tiaris olivaceus*, *Aimophila ruficeps*, *Aimophila notosticta*, *Melospiza albicollis* y *Piranga rubra* (5.38%) (Figura 13).

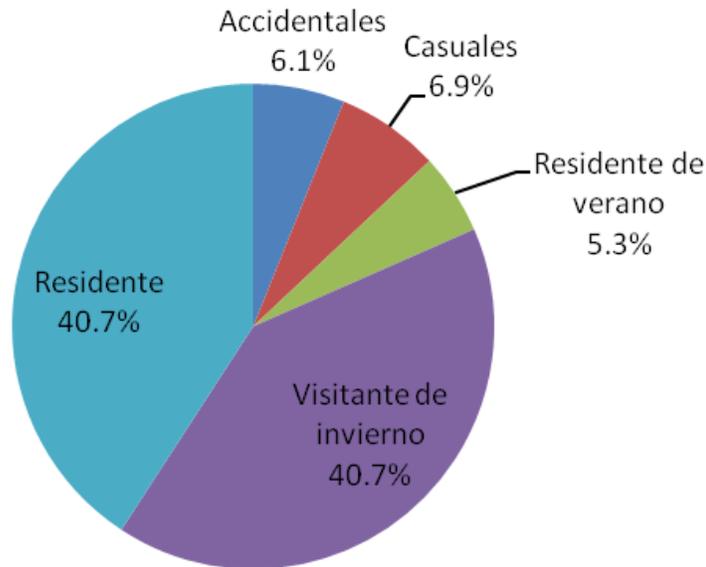


Figura 13. Porcentaje de especies en cada categoría de estacionalidad (AOU, 1983).

5.2.4 Fluctuación de la riqueza de especies

Se observó un incremento pronunciado de especies en la temporada de secas (octubre- enero) con respecto a la temporada de lluvias, a su vez estas se dividieron en residentes y migratorias mostrando que estas últimas modifican la riqueza de la zona.

Al discriminar las especies en migratorias y residentes para cada época del año, se observó que de las 79 especies registradas en la época de lluvias (abril-agosto), 51 fueron residentes y 28 migratorias, especies registradas durante un total de 80.24 h de muestreo. Cuando contrastamos con la época de secas observamos que se obtuvieron 106 especies (81.53%), 53 residentes y 53 migratorias en un total de 110.44 horas de muestreo (Figura 14).

Las especies residentes presentes en San Juan Coyula se agrupan en 22 Familias, entre las que sobresalen Tyrannidae con nueve especies, Emberizidae con seis, Trochilidae y Columbidae con cinco. En cuanto a las Familias con mayor número de especies migratorias se encuentra Parulidae con 13 especies, Cardinalidae con seis e Icteridae con cinco especies, estas se agrupan dentro del orden Passeriformes.

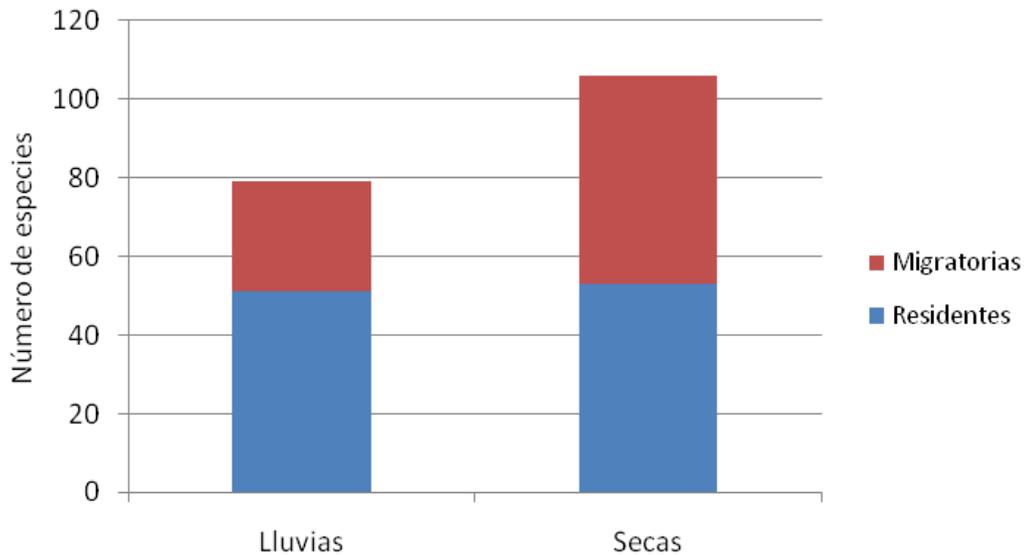


Figura 14. Fluctuación de la riqueza de especies según la temporada del año.

Se observó el incremento de especies de octubre a enero, este resultado respalda el incremento mencionado anteriormente para los meses de secas (Figura 15). El día con más registros de individuos de diferentes especies fue el 24 de octubre con 377 en los dos horarios del día, seguido del 19 de diciembre en el que se registraron 342 individuos. Los días con menos registros de individuos correspondieron al 30 de abril con 21 y al 14 de junio con 22.

En cuanto al número de especies detectadas por fecha de muestreo, el máximo se alcanzó el 19 de diciembre con 53 especies, seguido del 17 de diciembre en el que se detectaron 47; el mínimo de especies registrado fue de 12 el 14 de junio seguido del 22 y 23 de agosto en donde se avistaron 13. En el mes de noviembre se observa una disminución en la detección del número de individuos, aunque la detección de especies se mantuvo constante en un promedio de 41 especies de octubre a enero. El promedio de especies detectadas para los meses de abril- agosto fue de 20.

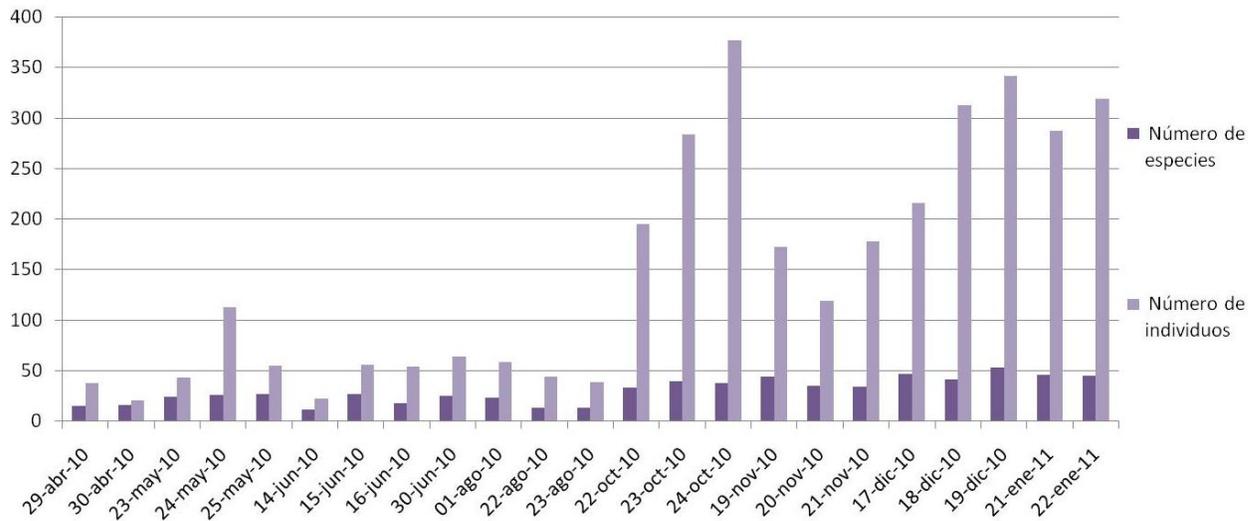


Figura 15. Número de especies e individuos detectados por día de muestreo.

5.2.5 Distribución espacial y temporal de las especies

Al revisar el número de especies e individuos que se presenta en cada punto de conteo, se observa que el cuatro, once y doce fueron los que tuvieron más registros (Figura 16). En el punto cuatro se registraron 51 especies, 316 individuos; en el 12 fueron 49 especies, 294 individuos y en el punto 11 con 46 especies y 293 individuos. Los puntos con menos registros tanto en número de individuos como especies fueron el 17 con 21 especies, 59 individuos; el punto 19 con 24 especies, 57 individuos y finalmente el 16 con 21 especies y 70 individuos.

Hay una tendencia de disminución de los registros a partir del punto 13 al 20, que corresponde al tipo de vegetación de bosque de encino. Los puntos 11 y 12 se encuentran en la transición de selva baja espinosa perennifolia a bosque de encino que se ubica claramente en el punto 13. Mientras que el punto cuatro estuvo en la transición entre asociación de cardonal y cactáceas columnares con las especies de selva baja caducifolia y selva baja espinosa perennifolia.

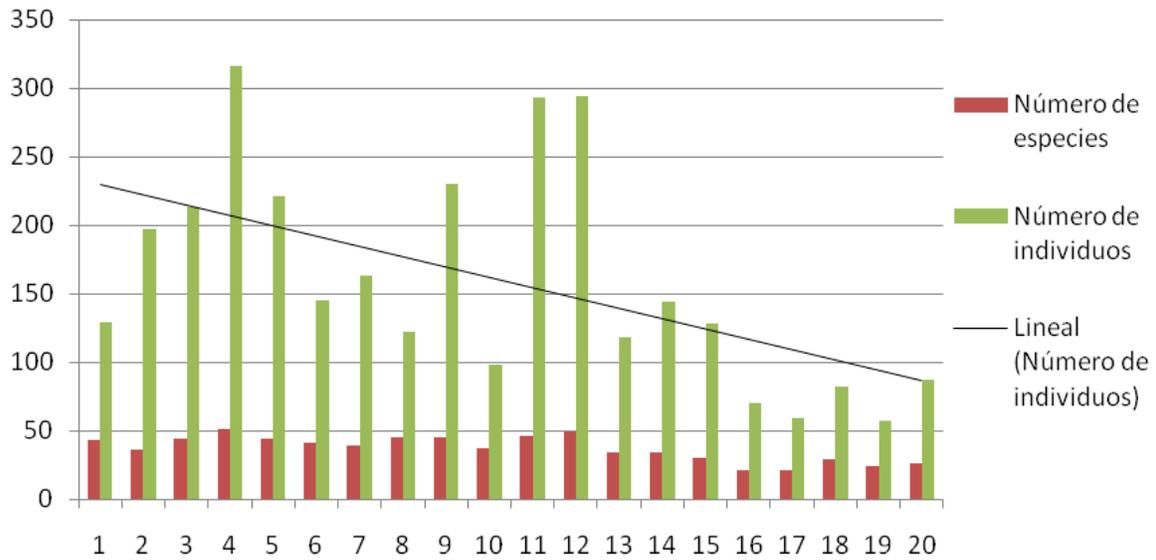


Figura 16. Número de especies e individuos en los 20 puntos de muestreo.

El mayor número de especies registradas durante la mañana se presentó el 19 de diciembre con 38 (Figura 17). El 18 de diciembre y el 21 de enero se reportaron 37, seguido por las 34 especies que se observaron el 19 de noviembre. Los meses con menos registros en la mañana fueron julio y agosto con 12 y 14 especies respectivamente, estos resultados también corresponden con los bajos registros en los meses de lluvias.

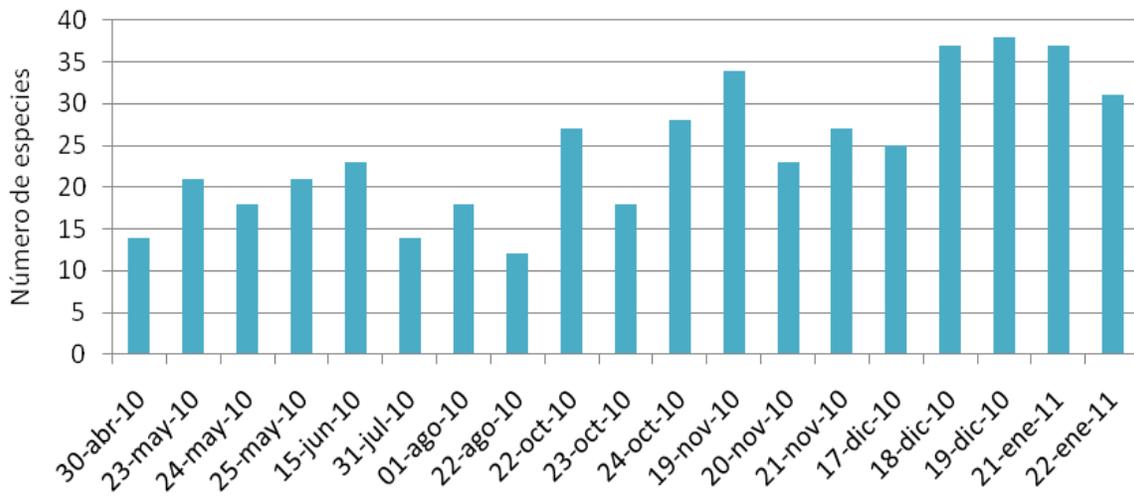


Figura 17. Número de especies registradas en los censos de la mañana durante 19 días.

En los registros de la tarde el número más alto de especies fue de 34, valor reportado para el 21 de enero, seguido por las 33 especies del 22 de enero y el 17 de diciembre. También podemos observar que la mayoría de especies registradas en la tarde corresponden a los meses de secas (Figura 18). El 23 de octubre se observa un incremento en el número de especies registrado por la tarde, este valor coincide con los resultados presentados en la gráfica del número de especies e individuos registrados por fecha, pero no con el valor de especies registradas durante la mañana, lo que nos indica que algunos registros de días específicos pudieron ser más intensos en la tarde que durante la mañana.

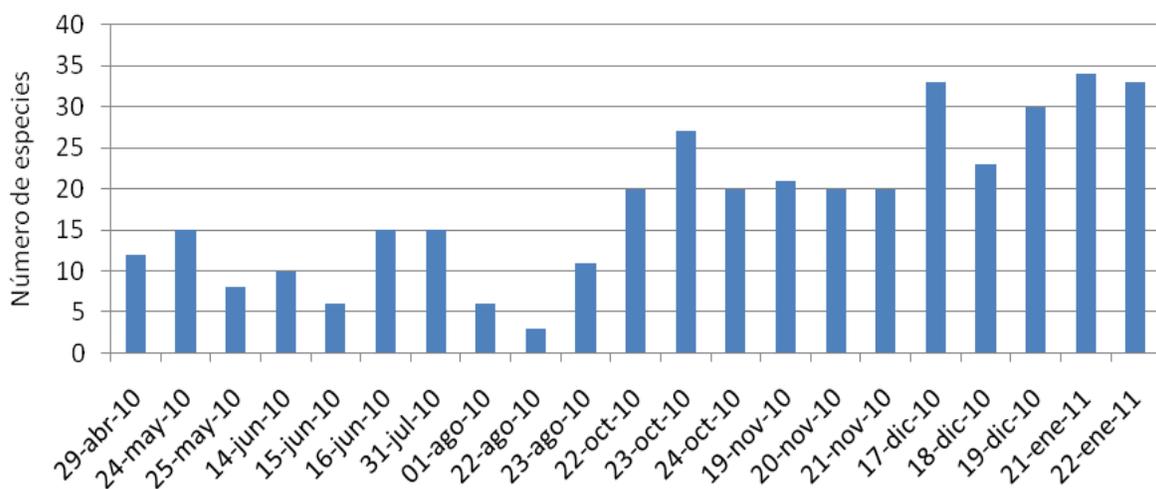


Figura 18. Número de especies registradas en los censos de la tarde durante 21 días.

5.2.6 Patrones de actividad de las aves

La distribución de las observaciones de aves se divió en mañana y tarde en intervalos de media hora. Entre las 8.30 y las 11.00 de la mañana se observó la mayor proporción de individuos, antes de que la intensidad del sol y el calor se hiciera más evidente y las aves tuvieran que resguardarse (Figura 19). Después de las 11:00 de la mañana la actividad baja considerablemente, a pesar de que entre las 11.30 y las 12:00 se registraron 74 individuos, este valor es mucho menor a los 122 presentados entre las 9.00-9:30 de la mañana. Entre las 14:30 -17:00 pm nuevamente se incrementa la actividad, el número de observaciones alcanza los 99 individuos de 15:00-15:30, eventualmente descienden los registros después de la 17:00 de la tarde y se mantiene en promedios de 36 individuos antes de la puesta de sol (Figura 20).

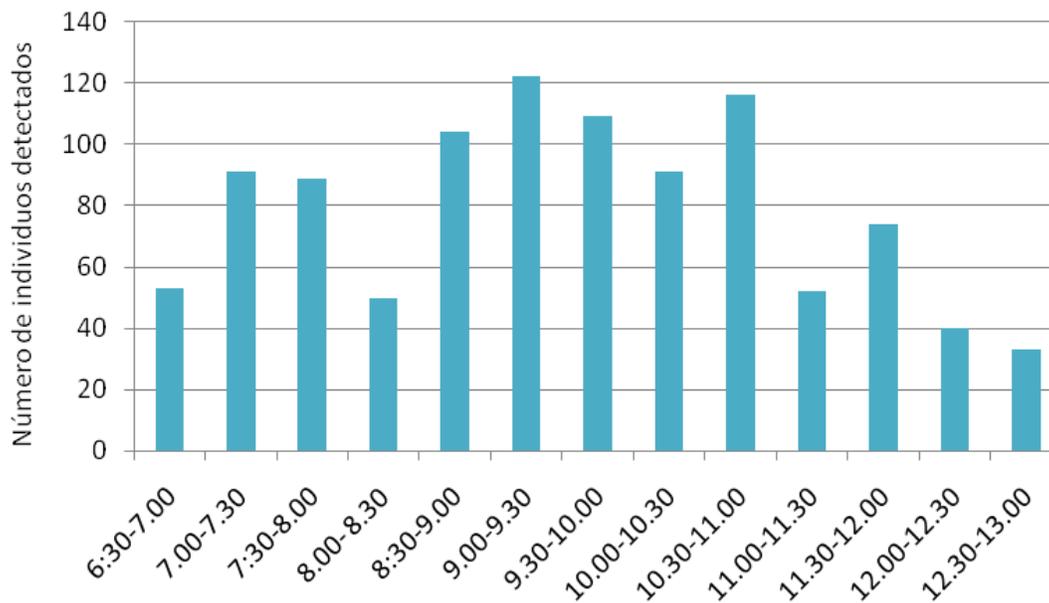


Figura 19. Distribución de las observaciones de aves a lo largo de la mañana. La gráfica de barras esta separada por las observaciones realizadas cada 30 minutos.

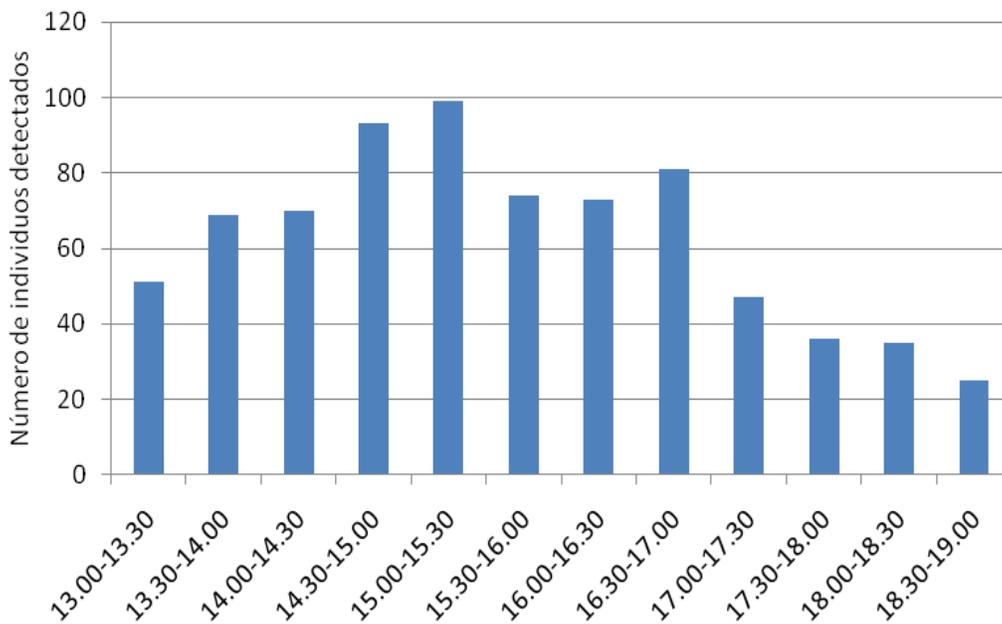


Figura 20. Distribución de las observaciones de aves a lo largo de la tarde. La gráfica de barras esta separada por las observaciones realizadas cada 30 minutos.

5.2.7 Uso del espacio por las aves

La distribución espacial de las aves se ordenó en siete categorías: suelo (S), árboles (A), arbustos (a), cactáceas (C), aéreo (Ae) y otros, en esta se incluyen (rocas, cables o antenas de luz). Para esta gráfica se usó la información de las especies que tenían registro de su actividad y fueron contadas en los puntos de muestreo, dando un total de 1736 observaciones. Los estratos más usados fueron el arbóreo con 1080 individuos (62%) y el aéreo con 433 (24.6%). Las siguientes categorías presentaron una proporción menor, los arbustos con 104 individuos (6%), el suelo con 97 (5.6%), cactus con 17 (1%) y finalmente con una proporción muy baja de cinco individuos, los otros sustratos (0.2%) (Figura 21).

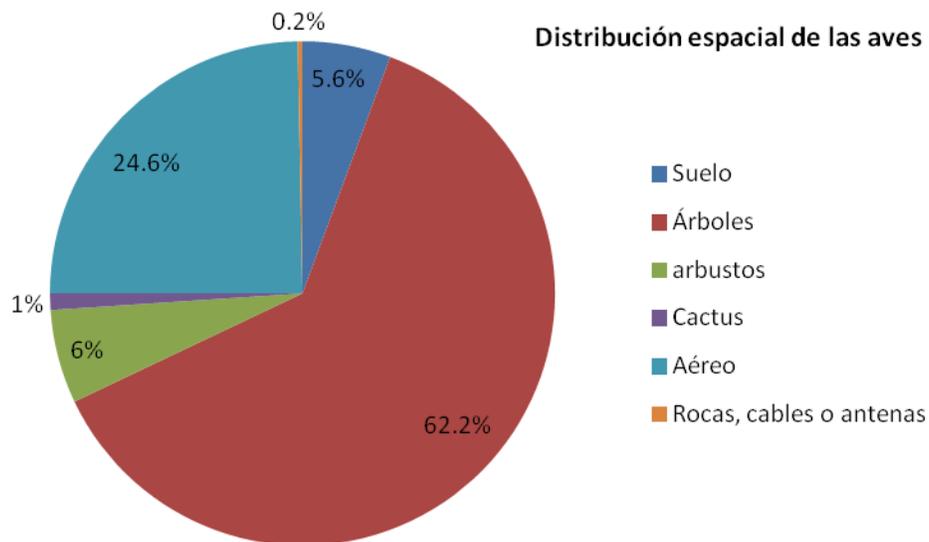


Figura 21. Distribución de las observaciones de aves en los 20 puntos de conteo, respecto a los sustratos.

5.2.8 Registro de la actividad de las aves

En cuanto a la actividad de las aves, el número de observaciones registradas fue la siguiente: Percha, 819 individuos (47%); alimentación, 328 (19%); volando, 288 (17%); caminando o moviéndose, 199 (11%) y cantando, 102 (6%) (Figura 22). Estas actividades están muy relacionadas con el uso de espacio y el estrato en el que fueron observadas. De los 819 individuos que se observaron perchando, 262 corresponden a miembros de la familia Parulidae que combinaron esta

actividad con otras como alimentación, vocalización o caminando sobre los troncos de los árboles. En la actividad de alimentación se registraron 140 individuos de la Familia Trochilidae que se observaron combinando esta actividad con el vuelo para alimentarse de flores. En los registros de especies volando se encuentran miembros de la Familia Cathartidae, Accipitridae y Columbidae; Cathartidae presentó 96 registros volando, en total se reportan 105 individuos para esta Familia, lo que representa que la mayoría de sus registros fueron volando. Las Familias Parulide y Emberizidae ocuparon la mayor proporción de la actividad caminando. Finalmente la mayoría de los registros cantando los tiene la especie *Myadestes occidentalis* con 63 de los 102 reportados para esta actividad.

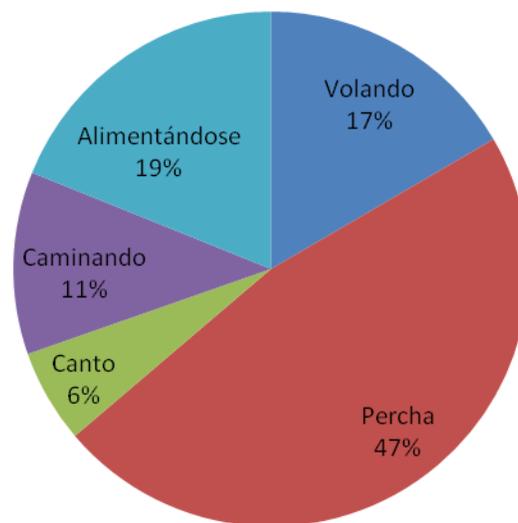


Figura 22. Registros de las actividades de las aves durante los nueve meses de muestreo.

5.2.9 Análisis de Similitud entre puntos

En el dendrograma se forman dos grupos principales (Figura 23), el primero entre los puntos uno al doce y el segundo del 13 al 20, posteriormente cada uno de estos se subdividió en grupos más pequeños. El punto 20 presenta menos similitud con respecto a los demás ya que se une al último, luego hay otros conjuntos entre los puntos: 15 al 19, 13 y 14, que se unen con la agrupación del uno al doce, que se subdivide del punto uno al seis y del cinco al once. La matriz de similitud completa para los 20 puntos esta en el Anexo 3.

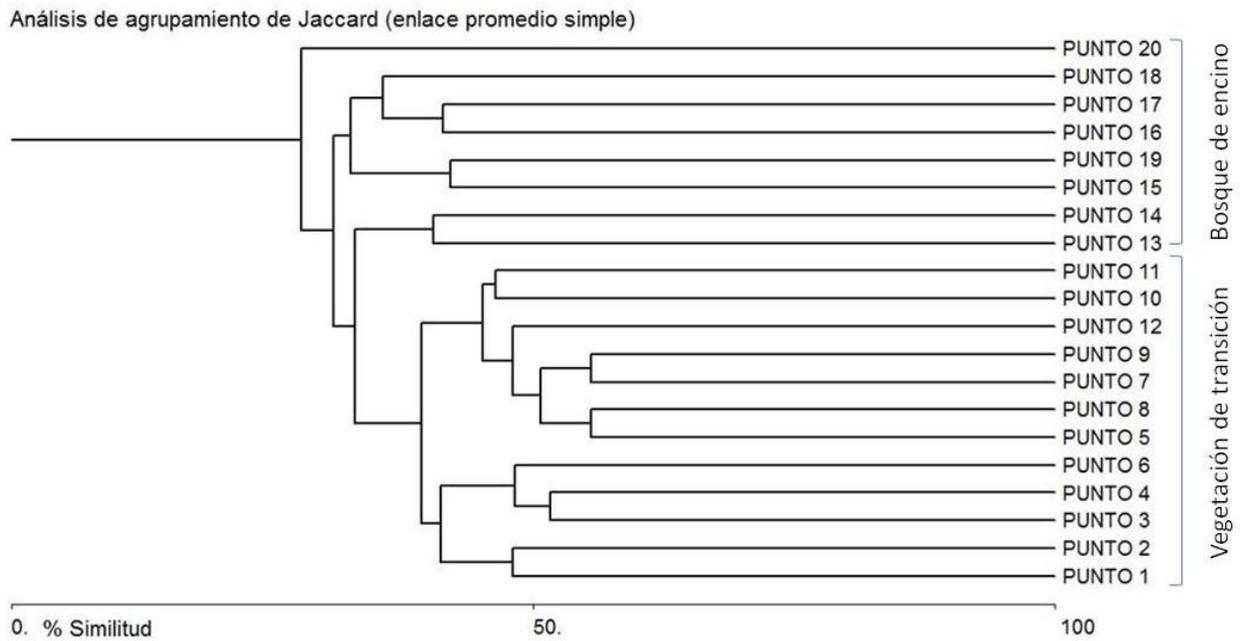


Figura 23. Dendrograma de similitud entre puntos de muestreo

5.3 Estimaciones de densidad

De las 130 especies reportadas solo se tomaron en cuenta las que presentaron más de diez observaciones dentro de los puntos de conteo para correr los 12 análisis. Se escogieron solo aquellas especies con resultados en el status I que corresponde a modelos válidos y el status II modelos válidos en los que se advirtió que los parámetros se restringieron a obtener monotonicidad (es decir que la curva se sobre ajusta para algunos puntos). En total se generaron modelos de abundancia para 44 especies de aves. Se observan los valores de densidad para aquellos modelos con menor AIC, los estimados de la densidad están expresados en individuos por hectárea (Figura 24).

Las especies pequeñas presentaron la mayor abundancia, *Amazilia beryllina* presentó 43.31 ind/ha fue la especie con la mayor densidad para la zona, seguida de *Setophaga townsendi* con 42.86 ind/ha, *Carpodacus mexicanus* 37.81 ind/ha, *Archilochus colubris* 31.56 ind/ha, *Polioptila caerulea* 30.44 ind/ha, *Junco phaeonotus* 28.56 ind/ha y *Piranga ludoviciana* 26.38 ind/ha. Las especies con la densidad más baja fueron *Cathartes aura* 1.54 ind/ha, *Icterus wagleri* 2.93 ind/ha, *Geothlypis tolmiei* 2.98 ind/ha y *Vireo nelsoni* 2.67 ind/ha. Los resultados completos de las estimaciones de densidad se muestran en el Anexo 4.

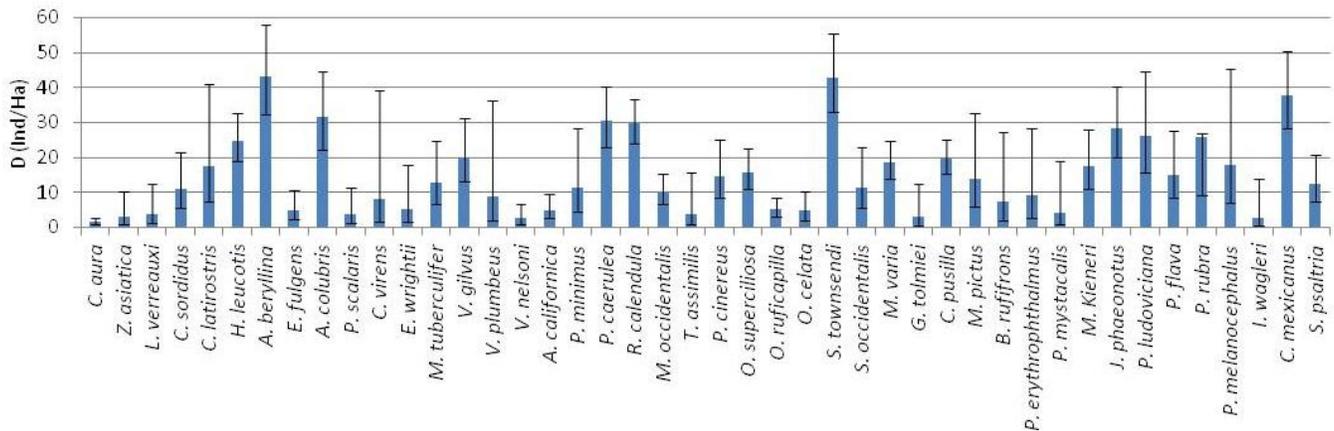


Figura 24. Estimados de la densidad para 44 especies de aves presentes en San Juan Coyula. Los valores de abundancia (D) se presentan en individuos por hectárea. Las barras de error representan los valores de DICI (intervalo de confianza inferior de la densidad) y DICS (intervalo de confianza superior de la densidad).

5.4 Comparación de especies de aves con otros listados dentro y cercanos a la Reserva de la Biosfera de Tehuacán- Cuicatlán.

Se compararon las especies de aves encontradas en San Juan Coyula (130 especies) con las de otros listados de zonas en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán y la Ciudad de Puebla (Cuadro 3) (Anexo 5).

Cuadro 3. Comparación de aves de San Juan Coyula (SJC) con las especies de otros listados.

Localidad	Especies registradas en cada listado	Especies compartidas con San Juan Coyula	Porcentaje de especies compartidas con SJC
Valle de Tehuacán	90	52	57.7%
Tecomavaca	113	66	58.4%
Ciudad de Puebla	74	47	63.5%
Río Salado	80	52	65%
Santiago Quiotepec	103	55	53.3%
Río Tomellín	98	69	70.4%

El número de especies compartidas con San Juan Coyula (SJC) se encuentra en color claro, las especies exclusivas para cada localidad solo comparándolas con SJC se encuentran en color oscuro. SJC presenta 16 especies exclusivas no reportadas en las otras localidades: *Atlapetes pileatus*, *Buteo lineatus*, *Cardellina rubrifrons*, *Colibri thalassinus*, *Cyanocitta stelleri*, *Icterus graduacauda*, *Junco phaeonotus*, *Lamprolaima rhami*, *Lanio aurantius*, *Myioborus miniatus*, *Myioborus pictus*, *Setophaga americana*, *Pheucticus ludovicianus*, *Piranga bidentata*, *Sialia sialis* y *Vireo olivaceus* (Figura 25).

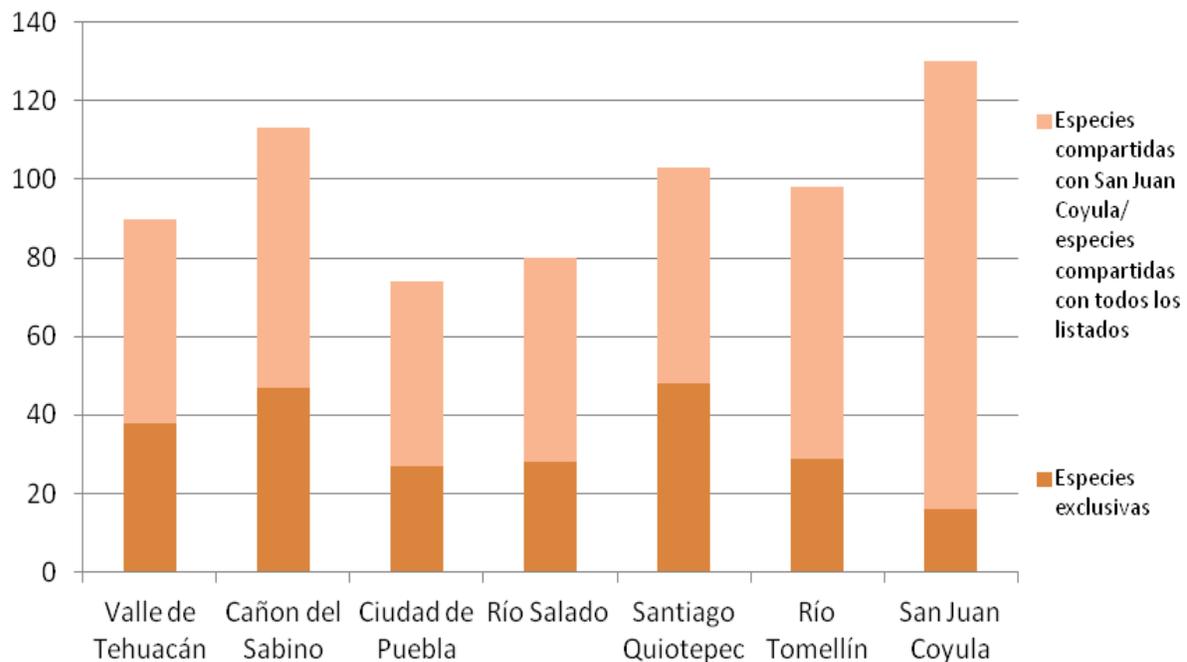


Figura 25. Número de especies reportadas en diferentes listados. Valle de Tehuacán, Arizmendi y Espinosa de los Monteros, 1996; Cañon del Sabino, Santa María Tecomavaca (Vázquez *et al.*, 2009), Ciudad de Puebla (Pineda *et al.*, 2009), Río Salado (Arizmendi *et al.*, 2008), Santiago Quiotepec (Townsend *et al.*, 2003) y Río Tomellín (Townsend *et al.*, 2003).

Con el método de UPGMA y el coeficiente de Jaccard se realizó el análisis de agrupamiento, se puede visualizar de forma gráfica en una escala del cero al uno, estando más próximos a este último los grupos más emparentados entre ellos, expresados en porcentaje de similitud.

El análisis de similitud generó cuatro agrupaciones avifaunísticas principales (Figura 26). El primer grupo está constituido por San Juan Coyula y Río Tomellín, comparten el 70.4% de especies. (Este grupo se une al conformado por las localidades de Santa María Tecomavaca y Santiago Quiotepec.

Río Tomellín comparte una mezcla de especies de aves características de hábitats secos tropicales del interior de México (por ejemplo *Amazilia violiceps* y *Melanerpes hypopolius*) con especies que son generalmente consideradas características de la planicie costera del Pacífico (*Ortalis poliocephala* y *Ara militaris*) o de la planicie costera del Atlántico (*Tiaris olivaceus*), esto crea una comunidad aviar única en la zona (Peterson *et al.*, 2003). Con respecto al cañón del Sabino en Santa María Tecomavaca (Vázquez *et al.*, 2009) comparte las especies: *Cyananthus sordidus*, *Melanerpes hypopolius*, *Xenotricus mexicanus*, *Campylorhynchus jocosus*, *Peucaea mystacalis*; presentes en la Cuenca del Balsas, también a *Pheucticus chrysopeplus*, *Ortalis poliocephala*, *Amazilia violiceps*, *Turdus rufopalliatu*s y *Basileuterus rufifrons* afines a la vertiente del Pacífico y finalmente *Ptilogonys cinereus* de ambientes montanos.

Posteriormente estos dos grupos se unen con el tercero que está formado por el listado de aves del Río Salado cercano a Zapotitlán de las Salinas y el Valle de Tehuacán, los dos en Puebla. San Juan Coyula tiene en común con el Valle de Tehuacán a 52 especies de aves es decir el 40% de las registradas en este trabajo; esto indica que comparten especies presentes en desiertos y zonas áridas (*Zenaida asiática*, *Zenaida macroura*, *Thryomanes bewickii* y *Carpodacus mexicanus*) así como especies de selva baja caducifolia como la chachalaca *Ortalis poliocephala*, los colibríes *Cyananthus latirostris*, *Amazilia violiceps* y *Archilochus colubris*, especies de paserinas residentes y migratorias como *Myiarchus tuberculifer*, *Myiarchus cinerascens*, *Oreothlypis celata*, *Oreothlypis ruficapilla*, *Pheucticus chrysopeplus* y *P. melanocephalus*.

Finalmente estos tres grupos se unen a la ciudad de Puebla que presenta menor similitud con los sitios y es además el único lugar que se encuentra fuera de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán. San Juan Coyula tiene en común con este listado a especies de Columbiformes (*Columbina inca*, *Zenaida asiatica*, *Zenaida macroura*), Apodiformes (*Amazilia beryllina* e *Hylocharis leucotis*) y Passeriformes de las familias (Parulidae, Tyrannidae, Cardinalidae y Turdidae).

Análisis de agrupamiento de Jaccard (enlace promedio simple)

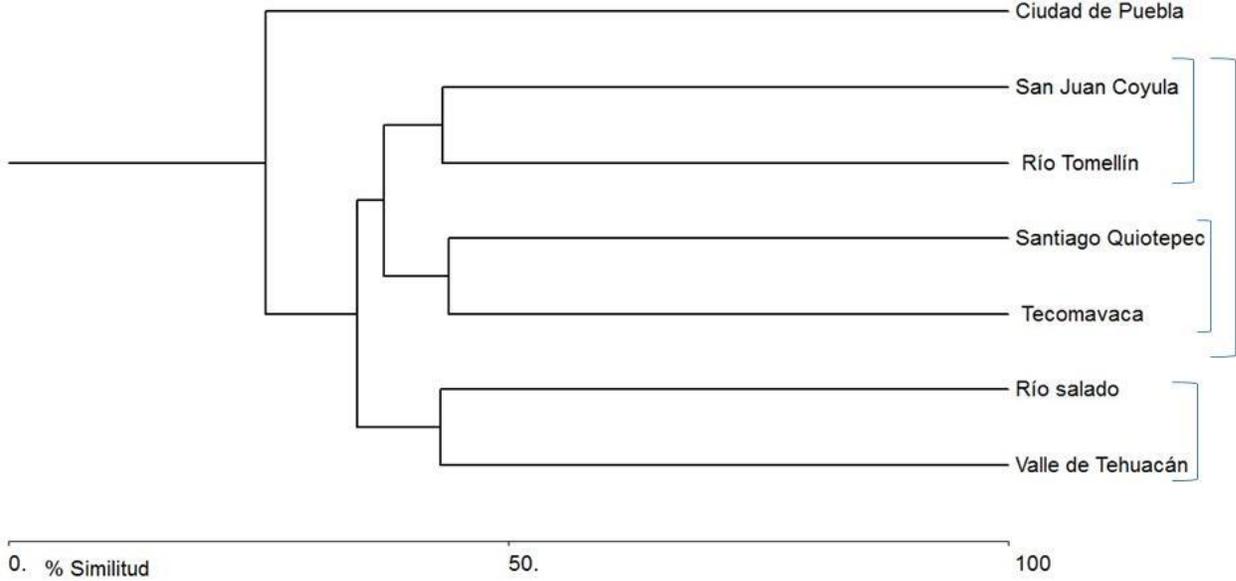


Figura 26. Dendrograma de similitud entre diferentes zonas dentro y fuera de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán.

6 DISCUSIÓN

6.1 Curva de acumulación de especies

Los métodos simples para medir la riqueza (expresados en términos del número de especies observadas) dependen de modo muy marcado del tamaño de la muestra y exhiben generalmente un sesgo negativo (Colwell y Coddington, 1994). La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de biodiversidad (Gotelli y Colwell, 2001). La extrapolación a partir del ajuste de los datos trata de resolver ese problema, la función de Clench describe el proceso de acumulación de especies con el aumento en el esfuerzo de muestreo (Soberón y Llorente, 1993).

En la curva de acumulación se observó que al principio se registraron especies comunes, por lo que su adición al inventario se produjo rápidamente, por lo tanto la pendiente de la curva comenzó siendo elevada; posteriormente, cuando inició la temporada de migración se produjo un incremento de especies raras o provenientes de otros lugares, lo que hizo crecer el inventario y posteriormente descender la pendiente de la curva (Jiménez-Valderde y J. Hortal, 2003). Sin embargo, la pendiente no alcanzó la asíntota en la última salida, lo que indica que se requerirá un esfuerzo de muestreo cada vez mayor para añadir un número significativo de especies; las que faltan por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a los puntos muestreados (Moreno y Halffter, 2000).

Se calculó el esfuerzo de muestreo necesario para complementar el inventario en un 90%, esto dio como resultado 42.85 unidades de esfuerzo de muestreo, es decir casi el doble de días que fueron muestreados (23). A medida que un inventario se va completando se hace más difícil registrar especies nuevas, cuando los inventarios poseen un alto grado de fiabilidad, el esfuerzo necesario para aumentar la proporción de fauna encontrada puede ser desproporcionadamente elevado, lo que hace muy probable que no compense la relación entre el costo (temporal, económico, humano) para la mejora en los resultados (Jiménez-Valderde y Hortal, 2003) y en este caso habría que realizar 20 días más de muestreo para aumentar el conocimiento en tan solo un 5%. Los resultados obtenidos con la curva sugieren que el esfuerzo de muestreo fue suficiente, aunque hacen falta más días para obtener un listado completo de la avifauna de la zona.

6.2 Riqueza de especies

A pesar de que la biodiversidad es un concepto que no se puede reducir a un único número (Magurran, 2004), hay razones que sustentan el uso de la riqueza de especies como un indicador ecológico del estado general de los ecosistemas (Dale y Beyeler, 2001). Las 130 especies registradas en San Juan Coyula representan el 11.81% del total de la riqueza de especies del país y aproximadamente un 17.66% de las especies mencionadas para el estado de Oaxaca (Navarro *et al.*, 2004).

En general los patrones de riqueza de especies se han relacionado con la productividad del medio ambiente (Owen, 1990). La zona de estudio se encuentra dentro del ANP 388 y en el AICA 26 cuyos polígonos se encuentran en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán que es considerado un Bioma único por sus características biológicas y donde su avifauna comparte muchas especies con zonas aledañas más húmedas y unas pocas con la avifauna de desiertos más norteños (Berlanga *et al.*, 2008). Esto se debe a que la Sierra Madre del Sur tiene un papel importante en la composición avifaunística de las selvas bajas del Valle de Tehuacán- Cuicatlán, ya que las montañas del Norte de Oaxaca representan el límite sur del Valle y funcionan como un corredor para las aves de las vertientes Atlántica y Pacífica (García-Trejo y Navarro, 2004).

En los nueve meses de observación mediante puntos de conteo no se registró la totalidad de las aves que habitan o visitan San Juan Coyula. Un inventario real no llega a completarse nunca y la estima final depende de la resolución temporal y espacial que se emplee en el muestreo, por lo que es fundamental especificar el área y periodo temporal en el que se tomaron las muestras (Adler y Lauenroth, 2003).

Gómez de Silva y Medellín (2001) aportaron criterios útiles que agregan rigor en la evaluación de inventarios de especies; su propuesta se basa en estudios de listados de especies de aves terrestres en México y reconoce listas incompletas cuando faltan taxones “omnipresentes” (especies, géneros y familias que ocurren en la totalidad de la región) entre las que se encuentran: Cathartidae, Accipitridae, Falconidae, Columbidae, Cuculidae, Strigidae, Caprimulgidae, Apodidae, Trochilidae, Picidae, Tyrannidae, Vireonidae, Corvidae, Hirudinidae, Troglodytidae, Sylviidae, Turdidae, Parulidae, Emberizidae, Cardinalidae e Icteridae.

De acuerdo a los criterios que ellos proponen, el listado generado en este trabajo se puede considerar completo, pues se observó una comunidad con más de 35 especies pertenecientes a 21 familias (que ellos consideran dentro de la composición mínima propuesta); sin embargo, en este trabajo están ausentes dos que son consideradas potencialmente “omnipresentes”, Strigidae y Caprimulgidae. La ausencia de estas familias se debe a un sesgo en el muestreo, debido a sus hábitos nocturnos, su presencia se limitó a muy tempranas horas de la mañana y la identificación por vocalizaciones no fue certera. La no inclusión de estos registros está en concordancia con lo propuesto por Hutto (1986), quien recomienda no incluir a especies que no puedan ser detectadas de forma fiable por registros visuales o auditivos a través de la vegetación, excluyendo en consecuencia a las especies nocturnas (Chotacabras y búhos) por sus hábitos crípticos.

En este caso sería recomendable para estudios posteriores colocar redes para facilitar la identificación de algunas especies pertenecientes a familias no registradas en el listado, que se pueden buscar activamente por conocer sus hábitos. La baja detectabilidad visual en los horarios en que ocurren las especies nocturnas podría remplazarse con entrenamiento para reconocer la vocalización de estas aves, y así disminuir el sesgo de muestreo para las familias que ocurren en horarios difíciles de detectar visualmente (Gómez de Silva y Medellín, 2001).

La teoría sugiere que ambientes heterogéneos albergan mayor diversidad de aves que ambientes homogéneos (Hinsley y Bellamy, 2000). De las 130 especies registradas, 14 se ubicaron fuera de los puntos de conteo. *Tiaris olivaceus*, *Spizella pallida*, *Passerina versicolor*, *Aimophila notosticta* y *Sialia sialis* se observaron sobre campos de cultivo cercanos al pueblo, indicando que los bordes modificados por actividades humanas pueden estar favoreciendo a la instalación y permanencia de especies de aves asociadas exclusivamente a estos ambientes (Marigliano *et al.* 2010).

Los bordes de cultivo pueden estar representando un lugar de refugio y forrajeo para estas especies, ya que los remanentes de vegetación entre cultivos (montes, campos abandonados, arroyos con vegetación asociada), contribuyen a una mayor heterogeneidad en el ambiente y favorecen a la riqueza específica de aves. Los cambios en la vegetación como los observados en el pueblo, podrían ocasionar la pérdida de algunas especies nativas y el reemplazo por otras oportunistas (Naranjo, 1992; Goijman, 2005; Solari, 2006).

De las 14 especies registradas fuera del los puntos, nueve se observaron exclusivamente en el pueblo: *Thraupis abbas*, *Thraupis episcopus*, *Quiscalus mexicanus*, *Toxostoma curvirostre*, *Xenotriccus mexicanus*, *Pyrocephalus rubinus*, *Myiozetetes similis*, *Tyrannus melancholicus*, y *Molothrus aeneus*. Las últimas cinco especies coinciden con los resultados presentados por Forcey (2002) quién reportó a estas especies asociadas a pastizales, agricultura y hábitats urbanos con baja elevación en la región central del estado de Oaxaca. La presencia dentro del pueblo puede deberse al tipo de cobertura vegetal, ya que los hábitats agregados pueden ser un factor importante que afecta la diversidad de especies en zonas urbanizadas, los árboles frutales y a menudo los ornamentales son fuente de alimento para omnívoros y granívoros; no obstante, estos árboles no nativos soportan menos especies insectívoras en un área urbana (Beissinger y Osborne, 1982).

Se presentaron 35 familias con menos de cinco especies, soportando lo observado por Loiselle y Blake (1991) quienes establecieron que la mayoría de las especies en hábitats tropicales son relativamente raras. Las familias que presentaron más especies fueron Parulidae con 17 (13%), Emberizidae con 14 (11%) Tyrannidae 13 (10%) y Trochilidae 10 (8%). De estas familias gran proporción de sus registros son de especies migratorias de invierno y con excepción de la última, todas corresponden al orden Passeriformes que es el más representativo de México (Rodríguez-Yañez *et al.*, 1994).

6.2.1 Estatus de conservación

Para la perspectiva de conservación el objetivo primario debe ser primero identificar que especies existen y cuales son de interés para la conservación, entonces llevar a cabo acciones para la gestión de prácticas que las beneficien (o por lo menos no pongan en desventaja) a las especies objetivo (McCollin, 1998).

En esta zona se reportaron 13 especies en alguna categoría dentro de las normas de protección. En la NOM-059-2010 dos especies están Amenazadas (A) una de ellas *Lamprolaima rhami*, tuvo solo un registro en el mes de octubre. Aunque esta especie también fue registrada por Forcey (2002) y considerada como rara o accidental en el Valle central de Oaxaca, en vegetación riparia

alterada, matorral árido subtropical y en un bosque húmedo de pino- encino entre altitudes de 1700 a 2200 m, este rango altitudinal coincide con el de San Juan Coyula. Watson (2003) también registró a esta especie en bosques húmedos de pino- encino y en bosques de niebla del norte de Oaxaca. La distribución de la especie en San Juan Coyula corresponde por el tipo de vegetación, su registro en el mes de octubre se debe probablemente a la época de floración que coincide con el registro exclusivo de algunas especies de colibríes en este mes.

La especie que se encuentra registrada en las tres normas, y por lo tanto la más importante en ese sentido es *Ara militaris*, debido a que su distribución y el tamaño de sus poblaciones han disminuido, por factores tales como cambio de uso de suelo, la degradación o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación (Ríos- Muñoz y Navarro- Sigüenza, 2009). De esta especie solo se obtuvo un registro en el mes de diciembre; sin embargo, se sabe que tiene distribución en la zona de estudio por trabajos previos realizados en San Juan Coyula, como el presentado por Contreras-González (2007) quién estableció los recursos vegetales consumidos por *Ara militaris*, en la localidad. Arizmendi (2008) y Bonilla-Ruz *et al.* (2008) han reportado que la zona de San Juan Coyula sirve como zona de alimentación de *Ara militaris* en alguna temporada del año, pero la construcción de torres de luz en esta área ha modificado dicha actividad, fenómeno que podría estar respaldado con lo observado en este trabajo.

A pesar de que la presencia de especies puede ser representada a cualquier escala, algunas podrían ser más útiles que otras (Short y Hesbeck, 1995), particularmente cuando se trata de priorizar áreas para la conservación (Gaston *et al.*, 2007). Este estudio es el primer acercamiento a la avifauna de San Juan Coyula, el número de especies registrado demuestran que es un área con alta riqueza de especies en comparación con otros sitios dentro de la Reserva Tehuacán-Cuicatlán. En México la diferencia de escalas para el reconocimiento de prioridades en conservación ha conducido a ignorar áreas importantes durante la planeación y creación de áreas naturales protegidas (ANP'S), ya que áreas relativamente pequeñas, pero que contienen gran diversidad, son frecuentemente ignoradas cuando se establecen prioridades a escalas estatales y/o nacionales (SEMARNAP, 1996). Por ello será necesario realizar más estudios en la zona, pues en un área relativamente pequeña se ubican distintos tipos de vegetación que mantienen la riqueza de especies en esta zona, que además se encuentra en el borde del polígono de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán.

6.2.2 Endemismo

Oaxaca es el Estado con el mayor número de especies de aves endémicas del país (58 especies), y este valor se debe principalmente a su compleja geografía y orografía, lo cual produjo una evolución *in situ*, que tuvo como causas una historia evolutiva y biogeográfica particular de los taxones, al grado de especialización de las especies a ciertos hábitats y determinados tipos de dietas, junto con barreras geográficas y climáticas naturales presentes en la entidad (Escalante *et al.*, 1993; Navarro y Benítez, 1993; González- García y Gómez de Silva, 2003).

La lista de San Juan Coyula presentó 29 especies en alguna categoría de endemismo. Es importante profundizar en el conocimiento de la riqueza y diversidad de los bosques de encino, pino-encino, mesófilos de montaña y selvas bajas caducifolias, ecosistemas que actualmente se encuentran bajo intensa explotación, y se consideran grandes áreas esenciales para la conservación en vista de que albergan a la mayoría de las especies endémicas (Escalante *et al.*, 1993, Flores-Villelas y Gerez, 1994; Arizmendi y Márquez Valdemar, 2000).

Navarro *et al.* (2007) reportan que se encuentra una gran concentración de especies endémicas en la Faja Volcánica Transmexicana que entra en contacto con otros sistemas orográficos como la Cuenca del Balsas, la selva tropical de la vertiente del Atlántico y la planicie costera del Pacífico. Esta gran conexión geográfica puede tener algún efecto sobre la comunidad de aves de San Juan Coyula, ya que en ésta se encuentran elementos compartidos con la Cuenca del Balsas (*Cyananthus sordidus*, *Melanerpes hypopolius*, *Xenotriccus mexicanus*, *Campylorhynchus jocosus*, *Melozone albicollis* y *Peucaea mystacalis*) y el Oeste de México (*Pheucticus chrysopleplus*, *Ortalis poliocephala*, *Amazilia violiceps*, *Turdus rufopalliatus* y *Basileuterus rufifrons*) (Vázquez *et al.*, 2009).

Navarro *et al.* (2007) relacionaron el patrón de endemismo con los mapas de riqueza de especies bajo alguna categoría de amenaza, encontraron que las altas concentraciones de especies de importancia para la conservación se encuentran en el extremo Este y Oeste de la Faja Volcánica Transmexicana y en el extremo sur colindante con la cuenca del Balsas, punto que comprende la zona de estudio (Navarro *et al.*, 2007).

En esta lista se encuentra *Aimophila notosticta*, una especie endémica de la zona, se distribuye en el noreste y tierras altas del centro de Oaxaca (Peterson y Chalif, 1973) de la cual hacen falta más estudios en la zona para conocer el estado de sus poblaciones, ya que solo se obtuvieron registros fuera de los puntos de conteo por lo que no se realizaron las estimaciones de su densidad, su evaluación es importante debido a que se considera que las formas endémicas son potencialmente más sensibles a los cambios del medio ambiente (Peterson y Watson, 1998; González-García y Gómez de Silva-Garza, 2003).

Las propuestas de protección de avifauna a través de agencias nacionales e internacionales bajo determinadas categorías, tienen el objetivo de incluir a las especies en ciertos estatus de riesgo con la intención fundamental de asegurar su supervivencia a largo plazo, por lo que el gobierno mexicano ha adoptado medidas para tratar de lograr esta finalidad. Sin embargo, no es suficiente que se protejan especies o se creen áreas naturales, es necesario implementar planes de manejo que involucren a las comunidades humanas que hacen uso de los recursos naturales (Garrido, 2007). Uno de los objetivos de este trabajo es mostrar las especies que habitan en la localidad por medio de un cartel con fotografías, ya que es indispensable dar a conocer los motivos que hacen necesaria la conservación de la naturaleza en general, y de las aves en particular, para hacer comprender que cuidar sus recursos traerá beneficios reales, tangibles y contables (Iñigo-Elías y Enkerlin, 2003).

6.2.3 Estacionalidad

En este estudio se observó un marcado incremento de especies e individuos hacia los meses de invierno por la llegada de especies migratorias (41%). Karr *et al.* (1982) mencionan que en algunos ambientes tropicales las especies migratorias son capaces de producir cambios en la composición de las comunidades de aves. En este caso se observó que el número de especies fue variando con respecto a los meses hasta presentar el valor más alto en diciembre (35 especies migratorias), seguido de octubre (34). El número de especies migratorias de invierno más las casuales (7%), accidentales (6%) y residentes de verano (5%) representan más del 50% del total del listado, lo que coincide con lo encontrado en otros estudios (Rappole, 1995; Arizmendi *et al.*, 2008).

Esto puede indicar que la zona soporta una alta proporción de especies migratorias que utilizan esta región durante el verano o el invierno (Arizmendi *et al.*, 2008). Rivera- Ortíz (2007) reportó que especies frugívoras y psitácidos presentan movimientos estacionales que se deben a los patrones de disponibilidad del recurso (Levey, 1988; Loiselle y Blake, 1991). Especies como *Ara militaris* realizan movimientos relacionados con los cambios espaciales y temporales en las abundancias de los recursos alimenticios de localidades como Santa María Tecomavaca a San Juan Coyula (Contreras- González, 2007).

Muchas aves tropicales residen en su territorio todo el año, pero existen excepciones y son abundantes (Nuñez, 2008). La mayoría de las especies migratorias pertenecen a las familias: Parulidae (15), Emberizidae (8), Cardinalidae (8) y Trochilidae (5). Las aves frugívoras y nectarívoras deben ser más móviles que las insectívoras, ya que aprovechan periodos de floración y fructificación que cambian con la época y la zona (Nuñez, 2008). En el caso de la familia Trochilidae puede estar explicado por lo que reportan Levey y Stiles (1992) de los patrones del movimiento de los colibríes que están influenciados por la dieta, ya que dependen en gran medida del néctar y por lo tanto participan en desplazamientos locales o altitudinales, aunque la dependencia de néctar no aplica para todas las especies pues algunas son sedentarias.

6.2.4 Fluctuación de la riqueza de especies

El tamaño y la composición del inventario de especies de un lugar determinado varía con el tiempo (Adler y Lauenroth, 2003). De acuerdo con Arizmendi *et al.* (1990), es posible que los movimientos altitudinales y latitudinales estén correlacionados con las fluctuaciones en la abundancia de las especies. En la época de lluvias se registraron 79 especies, en esta temporada no se pudieron completar los muestreos durante los tres días o en los dos horarios, no hubo salida en septiembre pues las lluvias no permitieron hacer el muestreo e influyeron en la toma de datos de junio, julio y agosto afectando el número de registros de la temporada; sin embargo, se sabe que debido a la lluvia la actividad de las aves desciende sensiblemente (Bibby *et al.*, 2000).

En la época de secas el número de especies migratorias aumenta notablemente llegando al 50%. Esta diferencia es muy evidente cuando dividimos los datos en temporadas ya que a pesar de que

existen especies visitantes de verano que llegan a pasar la temporada de lluvias en la zona, son mucho menos que las visitantes de invierno en la época de secas (Navarro y Sánchez-González, 2003). Esto puede deberse a los calendarios de migración, donde una gran proporción de especies de aves migran entre la parte este de los Estados Unidos y las zonas tropicales de Centroamérica a lo largo del Golfo de México durante el otoño y verano (Mills y Rogers, 1990).

Loiselle y Blake (1992) y Rappole (1995), argumentan que las comunidades tropicales de aves tienen una dinámica compleja debido al arribo y partida de las especies migratorias, lo que produce cambios en la riqueza y composición como respuesta a las distintas escalas espacio-temporales, y a que las especies migratorias suelen ser más flexibles en sus requerimientos de hábitat y alimento comparado con las especies residentes, por lo que es de esperar que las especies que marquen la diferencia en cierta temporada del año sean las migratorias.

Las fechas de muestreo en donde esto se hace evidente son el 23 y 24 de octubre en donde si bien hubo un incremento en la riqueza de especies esta diferencia se hizo más pronunciada en el número de individuos detectados. Este número es influido por las especies migratorias de invierno y una en particular, *Archilochus colubris* que presentó la mayoría de sus registros en este mes. La riqueza de especies de la Familia Trochilidae en octubre se puede deber a sus hábitos nectarívoros pues se observó floración la cual es marcadamente estacional (Arizmendi *et al.* 1990), además de que es sabido que algunas especies de este gremio realizan movimientos altitudinales resultado de la búsqueda de recursos (Almazán-Núñez y Navarro, 2006).

6.2.5 Distribución espacial y temporal de las especies

Feria-Arroyo (2001) reportó que las zonas de mayor riqueza específica y endemismos se encuentran en los ecotonos entre bosque tropical caducifolio y los bosques de coníferas y encinos. Diferentes estudios han destacado que la riqueza y la abundancia generalmente aumentan con las complejidad estructural del hábitat, lo cual a su vez incrementa el número de estratos y la disponibilidad de alimento (Bojorges y López-Mata, 2001; Lentijo y Kattan, 2005). En este caso se observó una tendencia de disminución de los registros a partir del punto 13, en el cual comienza la vegetación de bosque de encino. Este cambio se hizo muy notorio porque los puntos 11 y 12

presentaron 293 y 294 individuos totales respectivamente, después este valor decreció hasta los 118 del punto 13, en este caso solo podemos analizar las diferencias en riqueza de especies e individuos, que es marcada en los puntos cuatro, once y doce.

Se revisó la ubicación de los puntos y se encontró que el punto 11 y 12 están en la transición de vegetación de selva baja caducifolia y selva baja espinosa perennifolia a bosque de encino. Así mismo el punto cuatro que queda en la transición de asociación de cardonal con selva espinosa perennifolia. Se considera que los cambios que se producen en la vegetación durante la sucesión, en cuanto a estructura y composición, alteran la disponibilidad de recursos de especies frugívoras y granívoras (Finegan *et al.*, 2004).

Al revisar el listado obtenido para cada punto se obtuvo que las únicas especies exclusivas de la zona de encino (puntos 13-20) fueron: *Cardellina rubrifrons* registrada en los puntos 15 y 20 y *Lepidocolaptes affinis* en el punto 13 y 20. Se sabe que la heterogeneidad fisiográfica favorece el desarrollo de microambientes que inciden en la biodiversidad (Arriaga *et al.*, 2000) y en la presencia de un número significativo de endemismos (Escalante *et al.*, 1993). Estas especies estuvieron asociadas a los sustratos arbustivos y bromelias que se encontraban predominantemente en esta zona, su exclusividad puede deberse a sus hábitos y que encontraban refugio en esta vegetación. Otra de las razones que determinan el patrón de agregación son las variaciones conductuales y especializaciones morfológicas (Holmes, 1990) existiendo especies que prefieren los bosque abiertos (Anjos *et al.*, 1997) o bosques conservados con altos niveles de humedad, que mantienen en ciertas épocas del año un suministro relativamente constante de invertebrados (Ramírez-Albores, 2006).

La gráfica de las detecciones por fecha de muestreo durante la mañana tiene una tendencia a incrementar los registros de especies a partir de octubre, como se mencionó esta influenciado en gran medida por la llegada de especies migratorias, pero esta tendencia se hizo más evidente en la gráfica de detecciones durante la tarde pues el máximo registrado en los meses de lluvias fue de 15 especies a diferencia de las 53 del 21 de enero. Podríamos considerar que los bajos registros durante la tarde en la época de lluvias dependen más del clima debido a que limita las actividades de las aves que de la hora del día (Grubb, 1978; Rollfinke y Yahner, 1990).

6.2.6 Patrones de actividad de las aves

La mayoría de las aves tienen dos momentos de mayor actividad durante el día, uno por la mañana después del amanecer y otro por la tarde antes de la puesta de sol; los días nublados y fríos reducen el avistamiento de las aves y los días de lluvia no se recomiendan para salir a observarlas (Contreras-Osorio, 2010). Esto se vio reflejado en algunos muestreos que se retrasaban si amanecía lloviendo o concluían antes si empezaba a llover durante la tarde, principalmente en los meses de junio- agosto. En cambio el retraso en la actividad durante la época seca puede ser debido a diferencias en la luz o temperatura a lo largo del día que es diferente entre las estaciones del año (Antunes, 2008).

En la Figura 22 se observa que la actividad intensa comienza a las 7:00 la mañana y decae alrededor de las 11:00, dando un periodo de cuatro horas para la observación. Blake (1992) encontró una disminución en el número de especies y detecciones tres horas después del amanecer y Antunes (2008) reportó que el declive venía cuatro horas después, al igual que lo observado en este estudio. Estos resultados sugieren que las comunidades forestales en diferentes ecosistemas pueden variar en los patrones de actividad, y esas diferencias pueden surgir a nivel local en áreas con gradientes altitudinales o etapas en la sucesión (Blake 1992).

La disminución en las detecciones en el número de especies e individuos de 11:00 a 14:00 se puede deber a factores ambientales y del comportamiento, por ejemplo durante la estación seca las detecciones declinan durante las horas con temperaturas más altas (12:00-16:00) (Antunes, 2008). Lo anterior sugiere que factores intrínsecos como las diferencias conductuales y su variación estacional juegan un papel dominante en la segregación y estructuración de las comunidades (Codesido y Bilenca, 2004).

Con respecto a la actividad de la tarde se observa que comienza entre las 14:30 y desciende alrededor de las 17:00 pm, dejando dos horas y media para la observación de aves. Una menor actividad en las aves del sotobosque puede deberse a los bajos niveles de luz y a una temperatura baja (Mallet-Rodríguez y Noronha, 2003). Sin embargo con el declive de luz al final del día, la actividad de las aves aumenta de nuevo, causando que la actividad crepuscular sea común en algunos lugares (Sick, 1997). Para obtener una lista más completa de especies la cuenta antes del atardecer también es importante (Antunes, 2008).

6.2.7 Uso del espacio por las aves

Se ha demostrado que las características físicas de la vegetación se relacionan de manera positiva con la estructura de las comunidades de aves a escala local (Vázquez, 2007). El 62.2% de las aves se detectó sobre árboles. Gran proporción de los puntos de muestreo presentan este tipo de vegetación y se ha comprobado que los frutos de especies de árboles constituyen la fuente principal de alimento para muchas especies de aves (Finegan *et al.*, 2004). Una mayor cantidad de frutos disponibles para las aves frugívoro- insectívoras, como los trogones, favorece el aumento en la densidad de individuos y el desplazamiento de los grupos familiares dentro del ámbito hogareño para buscar frutos si se presentan vegetaciones diferentes como la selva baja caducifolia y la selva subperennifolia (Ramos-Ordoñez, 2004). La mayor cobertura en cuanto al follaje permitió el registro de una gran cantidad de individuos en las partes altas del dosel, especialmente insectívoros del follaje, que forrajean en grupos grandes, como algunas especies de la familia Parulidae (Almazán-Nuñez *et al.*, 2009).

El 6% de las especies se registraron en arbustos (alimentándose o perchando) como: *Basileuterus rufifrons*, *Peucaea mystacalis* y *Archilochus colubris*. Para las aves nectarívoras, granívoras y generalistas, las parcelas con abundante vegetación herbácea, ofrecen recursos abundantes fuera de los parches de vegetación arbórea, para estos grupos la presencia de distintos tipos de vegetación repercute menos en su abundancia asociada a la fuente de alimento (Dean *et al.*, 2002). En el espacio aéreo se ubicó la actividad de vuelo, hubo especies como: *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Corvus corax* y *Buteo jamaicensis* que presentaron la mayoría de sus registros en este espacio. La distribución vertical de las especies puede ser explicada desde el punto de vista trófico (Almazán-Nuñez *et al.* 2009). La presencia de estas aves en el espacio aéreo puede deberse a que representa para ellas un lugar de visualización para las presas en el caso de las carnívoras y una opción de vigilancia para las especies carroñeras.

El 5.6% de los registros se observó alimentándose o moviéndose en el suelo (principalmente especies de la familia Emberizide como: *Junco phaeonotus*, *Spizella pallida* y *Melospiza kieneri*, se sabe que las especies de esta familia forrajean en el suelo (López-Calleja, 1995) y que lugares con gran cobertura de pastos brindan semillas de gramíneas como alimento a especies granívoras (Almazán-Nuñez *et al.* 2009). En menor proporción se encontraban las especies sobre cactáceas

(1%) principalmente carpinteros (*Melanerpes hypopolius*). Vázquez (2007) encontró una correlación positiva de las aves insectívoras de corteza con la densidad de plantas suculentas como las cactáceas columnares, ya que estas representan para esas aves una fuente de recursos alimenticios, percha y nidificación en especial para los carpinteros (Valiente-Banuet *et al.*, 1996; Leonard, 2000). Finalmente se registró actividad sobre otros sustratos (0.2%) como la de *Falco sparverius* que se detectó en varias ocasiones perchado sobre las torres de luz, esto se puede deber a que las aves carnívoras como las rapaces tienden a perchar en el dosel alto para facilitar la visualización de sus presas. Además debido a que las especies depredadoras están en la cumbre de la cadena alimenticia su riqueza es un buen indicador del estado de conservación de los hábitats (Almazán–Nuñez *et al.*, 2009). Vidal-Rodríguez (1992), Salas y Trejo (1993), Altamirano- y Morales-Peréz (1998) señalan que un factor importante que determina la distribución vertical de las aves en los estratos de la vegetación es la disponibilidad del alimento. Estos resultados son probablemente producto de la heterogeneidad ambiental o de la estructura de la vegetación tanto horizontal como verticalmente, soportando de esta manera una gran diversidad de especies, en donde confluyen varios gremios alimentarios. La relación entre las aves y sus requerimientos de hábitat son necesarios para el esclarecimiento de los procesos ecológicos, es por ello que es necesario profundizar en estos procesos que permitirán la aplicación de acciones prácticas para su conservación (Almazán–Nuñez *et al.*, 2009).

6.2.8 Registro de actividades de las aves

El 47% de los registros corresponde a la actividad de percha, se tomó en cuenta sobre cualquier sustrato por lo que se observó en la mayoría de las familias. La alimentación representó el 19% de los registros, un ejemplo es *Lepidocolaptes affinis*, Otvos (1967) reporta a esta especie alimentándose de artrópodos e insectos sobre árboles con bromelias en Costa Rica, como lo observado en este estudio. La actividad caminando (11%) se separó de percha por el hábito de chipes y aves pequeñas como *Polioptila caerulea*, *Mniotilta varia*, *Cardellina pusilla* y *Regulus calendula*; ya que forrajean caminando lenta y continuamente sobre los troncos de los árboles en busca de su alimento, recogen insectos y artrópodos sobre diferentes sustratos (Zach y Falls,

1979). Finalmente la actividad de canto se registró predominantemente en *Myadestes occidentalis*, la mayoría de las ocasiones su identificación fue solamente auditiva, ya que esta especie es solitaria y como todas las especies del género, son más fáciles de localizar en virtud de sus vocalizaciones (Soberanes-González *et al.*, 2010).

6.2.9 Análisis de Similitud entre puntos

Dentro de la zona de estudio de San Juan Coyula se encuentra un perfil de vegetación que se modifica con el gradiente altitudinal (Valiente *et al.*, 2009). La similitud entre los tipos de vegetación, implica que se encuentran un conjunto de especies comunes, que puede estar influenciado por el grado de fragmentación y distribución entre ellos. Lo anterior indica que tanto la disposición de los paisajes como de las micro condiciones, permiten una integridad en un mosaico de ambientes que puede ser utilizado para diferentes propósitos y permite a las aves cambiar su distribución como respuesta a las condiciones de estos (Bojorges–Baños y López-Mata, 2005).

El análisis de similitud contribuye a distinguir las semejanzas entre puntos de conteo por las especies que comparten, de alguna forma se puede correlacionar la estructura del hábitat con las especies de aves, ya que se forman inicialmente dos grupos principales en concordancia con los tipos de vegetación presentes en la zona, y el número de especies e individuos por punto también complementa esta información, pues en general su registro disminuye a partir del punto 13 donde hay vegetación de bosque de encino, esto podría estar indicando que las especies son capaces de identificar estas diferencias, en cambio hay otras más generalistas que ocupan todo el hábitat; sin embargo, se recomendaría hacer una evaluación independiente de cada sitio para corroborar las diferencias.

6.3 Estimaciones de densidad

La estimación de la abundancia (tamaño de la población o densidad) es ampliamente usada en la conservación de aves (Bart, 2005; Buckland, 2006; Somershoe *et al.*, 2006; Lee y Marsden, 2008;

Tovilla, 2009; MacGregor-Fors *et al.*, 2010). Por ejemplo, nos permite medir los cambios en el tamaño de la población y por lo tanto, medir el impacto de la pérdida de hábitat, la contaminación o la cosecha (Lambert, 1993).

La comunidad de aves de san Juan Coyula tiene elementos constantes durante los meses de lluvias, pero en la temporada de secas recibe la visita de muchas aves migratorias y gran parte de la diversidad la conforman especies casuales o accidentales como: *Trogon elegans*, *Vireo brevipennis*, *Lamprolaima rhami*, *Cardellina rubrifrons*, *Melospiza fusca* y *Lepidocolaptes affinis*, que por el bajo número de registros en los puntos de conteo no pudieron ser evaluadas para la estimación de su densidad. Otras especies accidentales dentro de los puntos fueron: *Accipiter striatus*, *Parabuteo unicinctus*, *Buteo lineatus* y *Ara militaris*, puede ser que estas especies hayan tenido pocos registros porque son especies de gran tamaño con necesidades específicas de alimentación, con hábitos hogareños más amplios y cuya detección se limitó a la observación de un individuo en el espacio aéreo (Contreras-Osorio, 2010).

Los valores más altos de las estimaciones de densidad corresponden en orden de importancia a las especies: *Amazilia beryllina*, *Setophaga townsendi*, *Carpodacus mexicanus*, *Poliophtila caerulea*, *Archilochus colubris*, *Junco phaeonotus* y *Piranga ludoviciana*. La densidad de estas especies estuvo dentro de un intervalo de 28 a 43 ind/ha, pueden considerarse como las más abundantes en la zona ya que sus estimaciones de densidad son independientes de su probabilidad de detección (Buckland *et al.*, 2004). A excepción de las dos últimas especies las demás son pequeñas, es probable que esta predominancia se deba a la estructura y composición de la vegetación, que reduce el hábitat disponible para especies de mayor tamaño (Thiollay, 1995), también se podría deber a la productividad primaria relativamente baja, lo cual se traduciría en poca cantidad de individuos en niveles tróficos superiores (Robinson *et al.*, 2000) o a su sobreestimación en el muestreo por sus hábitos inquietos y el tiempo de conteo (Mollon, 2010).

Martínez-Morales (2007) y Contreras-Osorio (2010) también reportan la predominancia de especies pequeñas en sus trabajos de estimaciones de densidad de especies. De Haro (2006) reporta una mayor abundancia de colibríes y especies generalistas como *Cardellina pusilla* en áreas que brindan recursos para las especies, por disponibilidad de flores.

En general la riqueza de los nectarívoros estuvo bien representada por especies como: *Amazilia beryllina*, *Archilochus colubris*, *Hylocharis leucotis*, *Cyananthus latirostris* y *C. sordidus*, cuyos intervalos de densidad van de 11 a 43 ind/ha, esto se puede deber principalmente a la floración de la zona que es marcadamente estacional (Arizmendi *et al.*, 1990). Sobre todo en *Archilochus colubris* cuyos registros se limitaron casi exclusivamente a los meses de octubre y noviembre pues sus detecciones en otros meses se redujeron considerablemente, además es sabido que algunas especies de este gremio realizan movimientos altitudinales como resultado de la búsqueda de recursos (Almazán-Nuñez y Navarro, 2006).

Piranga ludoviciana es una especie migratoria de invierno que presenta una densidad de 26.36 ind/ha, la mayor proporción de sus registros fue alimentándose sobre el estrato arbóreo, esto puede ser debido a que se ha sugerido que la disponibilidad de recursos alimentarios es uno de los factores determinantes en la dinámica y estructuración de las comunidades de aves (Smith y Rotenberry, 1990). Este pudo ser el factor determinante de otras especies como *Piranga flava*, *Pipilo erythrophthalmus* y *Melospiza kieneri*.

El promedio del radio efectivo de detección total fue de 10.76 m esto quiere decir que la mayoría de las especies eran detectadas cercanas al radio fijo de conteo, la especie con el radio efectivo de detección más grande fue *Cathartes aura* con 24.65 m, con una probabilidad de detección muy alta, esto puede ser debido a que fue avistado todos los meses de muestreo y a sus hábitos de planear a grandes alturas en grupos (Iñigo-Elias, 1999).

La intensificación en el estudio de la comunidad de aves en este tipo de vegetación en Oaxaca, representaría un incremento en el registro de especies que utilizan estas asociaciones, un mejor conocimiento de la distribución espacial y temporal de las especies, mejores estimaciones de parámetros poblacionales, lo que redundaría en más información sobre la cual se podrían fundamentar estrategias de manejo para la conservación (Martínez-Morales, 2007). La conservación de la diversidad biológica se puede impulsar desde diferentes ámbitos y con diferentes estrategias; no obstante, está demostrado que la participación social es la inversión más rentable para asegurar el éxito de iniciativas de conservación de las aves (Contreras-Osorio, 2010).

6.4 Comparación de especies de aves en distintos listados

El análisis de agrupamiento de Jaccard permitió asociar algunas localidades dentro y fuera de la Reserva. Las agrupaciones se presentaron con las localidades que tenía más especies es común, por ello se observa que la comunidad de aves de San Juan Coyula está influenciada en su composición específica como en su abundancia por componentes de las selvas bajas del Pacífico y la cuenca del Balsas. Esto se debe a que dicha Cuenca funciona como un corredor continuo de hábitats que conecta la costa occidental con el interior del país, incluyendo el sur de Puebla y el noroeste de Oaxaca, provocando que las comunidades avifaunísticas tengan composiciones similares (Vega *et al.*, 2010; Vázquez, 2009).

También se presentaron algunas especies características de ambientes áridos, lo que se puede explicar por el intercambio de especies entre ambientes desérticos del Valle de Tehuacán, que a su vez comparte elementos avifaunísticos característicos de selvas bajas (ej. *Ortalis poliocephala* y *Campylorhynchus jocosus*) (Arizmendi y Espinoza de los Monteros, 1996; Vázquez, 2007).

La semejanza en especies con distintas zonas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán con San Juan Coyula lo hacen un lugar con presencia de especies que corresponden a zonas desérticas, sistemas húmedos y tropicales como la selva baja caducifolia. Así como especies que son características de ambientes altitudinalmente elevados (*Lampornis clemenciae* y *Ptilogonys cinereus*), lo cual puede explicarse por el intercambio de organismos entre los ambientes contiguos en el intervalo altitudinal (Navarro, 1992), que pueden estar provocados por las fluctuaciones en la disponibilidad y abundancia de recursos alimenticios (Ornelas y Arizmendi, 1995; Arizmendi *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2010).

Adicionalmente en San Juan Coyula se presentan 16 especies exclusivas no reportadas en las otras localidades de la Reserva, aunque estas especies si están registradas para el estado de Oaxaca en los listados de: Forcey, 2002a, 2002b y 2002c; Navarro *et al.*, 2007; Grosselet y Burcsu, 2005; Peterson *et al.* 2004. El conocimiento generado en este tipo de trabajo representa un aporte importante para complementar los datos en los tipos de vegetación que aún no se tienen descritos dentro de la Reserva (Vázquez *et al.*, 2009). El incremento en la escala de resolución en las evaluaciones de la diversidad para la selección y creación de áreas prioritarias a un nivel municipal podría contribuir al mejoramiento en la selección de áreas con condiciones locales particulares,

como producto de comparaciones a un nivel regional, ya que pueden ser mejor estudiadas biológicamente y mejor manejadas social y políticamente (Villa–Bonilla *et al.*, 2008). Por lo que es importante dar seguimiento a las poblaciones de aves que habitan en San Juan Coyula y realizar acciones de conservación para proteger su avifauna.

7. CONCLUSIONES

- Se registraron 130 especies de aves en la localidad de San Juan Coyula.
- La comunidad de aves es una mezcla de componentes avifaunísticos propios de la Cuenca del Balsas, la vertiente del Pacífico, la vertiente del Atlántico, los sistemas montanos del centro del país y los ambientes áridos del Altiplano Mexicano.
- San Juan Coyula presenta una alta proporción de especies migratorias (59%).
- Este listado representa un esfuerzo para complementar la información sobre la avifauna del Valle de Tehuacán- Cuicatlán.
- El 22% de las especies reportadas en este trabajo se encuentran en alguna categoría de endemismo.
- Se incrementó el número de registros durante la temporada de secas.
- San Juan Coyula presentó mayor similitud con especies de la comunidad de Río Tomellín.
- Se realizó un cartel de aves representativas de San Juan Coyula, para promover el conocimiento de las especies aves presentes en la localidad por parte de los pobladores (Anexo 6).

8. LITERATURA CITADA:

- Adler, P. B. y W. K. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letters*. 6: 749-756.
- Almazán- Nuñez. R. C, Puebla-Olivares F. y Almazán-Juárez A. 2009. Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25: 123-142.
- Almazán- Nuñez. R. C. y A. G. Navarro. 2006. Avifauna de la subcuenca del Río San Juan, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 77: 103-114.
- Altamiano González Ortega, M. A. y J. E. Morales- Pérez. 1998. Distribución vertical de la avifauna en un bosque templado de Zinacantán, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 75: 125-142.
- Anjos, L., K. L. Schuchmann y R. Berndt. 1997. Avifaunal composition species richness and status in the Tibagi river basin, Parana state, southern Brazil. *Ornitología Neotropical*. 8: 145-174.
- Antunes, A. Z. 2008. Diurnal and seasonal variability in bird counts in a forest fragment in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoología*. 25: 228-237.
- AOU (American Ornithologist's Union). 1983. Check-list of North American Birds. Sexta edición. *American Ornithologists Union*, Kansas, U. S. A. Pp 877.
- AOU (American Ornithologist's Union). 1998. Check-list of North American birds. Séptima Edición. *American Ornithologists Union*, Washington, D. C. Pp 829.
- Arizmendi, M. C. 2003. *Estableciendo prioridades para la conservación*. P.p. 133-149 en: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.). *Conservación de Aves experiencias en México*, Nacional Fish and Wildlife Federation- CONABIO. México. Pp 408.
- Arizmendi, M. C. 2008. Conservación de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán- Cuicatlán, México: un estudio de abundancia y reproducción en la zona de la cañada. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. DT006. México D. F. Pp 50.
- Arizmendi, M. C., H. Berlanga, L. Márquez, L. Navarrijo y J. F. Ornelas. 1990. *Avifauna de la región de Chamela, Jalisco*. Cuadernos 4, IBUNAM, México, D.F. Pp 62.
- Arizmendi, M. C., P. Dávila, A. Estrada, E. Figueroa, L. Márquez, R. Lira, O. Oliveros y A. Valiente. 2008. Riparian Mesquite bushes are important for bird conservation in tropical arid Mexico. *Journal of Arid Environments*. 72: 1146–1163.

- Arizmendi, M. C., P. Dávila, A. Valiente, J. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and conservation*. 11: 421-442.
- Arizmendi, M. C. y A. Espinosa de los Monteros. 1996. Avifauna de los bosques de Cactáceas columnares del Valle de Tehuacán Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*. 67: 25-46.
- Arizmendi, M. C. y A. Valiente. 2006. *Aves de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán- Cuicatlán*. Universidad Nacional Autónoma de México. CONABIO. México. Pp 161.
- Arizmendi, M. C. y L. Márquez (Eds.). 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. CIPAMEX-CONABIO-UNAM, México. Pp 440.
- 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. Pp 606.
- Bart, J. 2005. Monitoring the abundance of bird populations. *The Auk*. 122: 15.
- Beissinger S. R. y D. R. Osborne. 1982. Effects of urbanization on avian community Organization. *The Condor*. 84: 75-83.
- Berlanga, H., V. Rodríguez-Contreras, A. Oliveras de Ita, M. Escobar, L. Rodríguez, J. Vieyra y V. Vargas, 2008. Red de conocimientos sobre las aves de México (AVESMX). CONABIO. http://avesmx.conabio.gob.mx/busca_region.html. Consultado 07/04/2011.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y S. Mustotoe. 2000. *Bird census techniques*. Segunda edición. Academic Press. Reino Unido.
- Binford, L.C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. *Ornithological Monographs*. 43: 1-418.
- BirdLife Internacional. 2011. Método de trabajo. Downloaded from: http://www.birdlife.org/action/science/sites/andes_ibas/pdfs/Metodos_10-27.pdf Consultado 07/04/2011.
- Blake, E. R. 1950. Report on a Collection of Birds from Oaxaca, México. *Fieldiana Zoology*. 31:395-419.
- Blake, J. G. 1992. Temporal variation in point counts of birds in lowland wet forest in Costa Rica. *The Condor*. 94: 265-275.
- Bojorges-Baños. J. C. y L. López-Mata. 2001. Abundancia y distribución temporal de aves en una selva mediana subperenifolia en el centro de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoológica*. 72: 259-283.

- Bojórquez- Tapia, L. A., P. Balvanera, y A. D. Cuarón. 1994. Biological inventories and computer Data Bases: Their role in environmental assessments. *Environmental Management*. 18: 775-785.
- Bonilla-Ruz, C., M. Aguilar-Santelises, R. García, R. Martínez-Domínguez, y L. Cruz-Santiago. 2008. Monitoreo de la población de la guacamaya verde en la Reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Instituto Politécnico Nacional. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral Regional- Oaxaca. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DT005. México D.F. Pp 40.
- Botero, J., D. Arbeláez y G. Lentijo. 2005. Métodos para estudiar aves. *Biocarta*. 8: 1-4.
- Brown, J. H. 1995. *Macroecology*. Chicago University Press, Chicago. Pp 397.
- Buckland S. T. 2006. Point-transect surveys for songbirds: robust methodologies. *The Auk* 23: 345-347.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, y J.L. Laake. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. Pp 446.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Lake, D. L. Borchers y L. Thomas. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations*. Primera edición. Oxford university Press. Pp 416.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Lake, D. L. Borchers y L. Thomas. 2004. *Advanced Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological populations*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pp 416.
- Buckland, S. T., S. J Marsden y R.E. Green. 2008. Estimating bird abundance: making methods work. *Bird Conservation international*. 18:S91-S108.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*. CONABIO- instituto de biología, UNAM-Sierra Madre. Pp 847.
- Chesser, R. T., R. C. Banks, F. K. Barker, C. Cicero, Jon L. Dunn, A. W. Kratter, I. J. Lovette, P. C. Ramussen, J. V. Remsen, J. D. Rising, D. F. Stotz y K. Winker. 2011. Fifty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds. *The Auk*. 128: 600-613.
- CITES (Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2011. Apéndices I, II Y III en vigor a partir del 27 de abril de 2011. <http://www.cites.org/esp/aPp/APpendices-S.pdf>. Consultado 07/05/2011.
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling techniques*, Tercera edición, New York. Wiley y sons. Pp 428.

- Codesido, M. y D. Bilenca. 2004. Variación estacional de un ensamble de aves en un bosque subtropical semiárido del Chaco Argentino. *Biotropica*. 36: 544-554.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and Shared species from samples. Versión 8. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>. Fecha de consulta: 14/02/2011.
- Colwell, R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*. 85: 2717-2727.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 345: 101-118.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2010. Portal de Geoinformación, Sistema nacional de información sobre biodiversidad, Metadatos. Disponibles en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONANP (Comisión Nacional de áreas naturales protegidas). 2010. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/sinap.php. Última modificación diciembre 2009.
- Contreras- González, A. M., 2007. Dieta y disponibilidad de alimento de *Ara militaris* en la Reserva de la biosfera Tehuacán- Cuicatlán. Tesis de maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. Pp 51.
- Contreras-Osorio, R. 2010. Estudio ecológico para el aprovechamiento y conservación ejidal de la avifauna de Chavarrillo, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México. Pp 75.
- Dale, V. H. y S. C. Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*. 1:3-10.
- Dean, W. M. Anderson, S. Milton y T. Anderson. 2002. Avian assemblages in native *Acacia* and alien *Prosopis drainage* line woodland in the Kalahari, South Africa. *Journal of Arid Environments*. 51: 119.
- De Haro, S. 2006. Efecto del manejo del cafetal sobre las aves en el centro del estado de Veracruz. Tesis de maestría. INECOL. Pp 58.
- Delgado-Argote A. 1988. Geología preliminar de la secuencia vulcano sedimentaria y serpentinitas asociadas del jurásico (?) del área de Cuicatlán- Concepción Pápalo, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México. *Instituto de Geología. Revista*. 7: 127-135.

- Dennis, J. G. y M. A. Ruggiero. 1996. Biodiversity inventory: building an inventory at scales from local to global. In: *Biodiversity in managed landscapes*. R. C. Szaro y D. W. Johnston (Eds.) Oxford University press. Oxford. Pp 149-156.
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A Geographic. Ecological and historical Analysis of the land bird diversity in Mexico, Pp. 281-307 En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, J. Fa. (Eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press. Pp 812.
- Feria-Arroyo P. T. 2001. Patrones de distribución de las aves residentes de la cuenca del Balsas. Tesis de Maestría. Facultad de ciencias. UNAM. Pp. 83.
- Finegan, B., J. Haynes, D. Delgado y S. Gretzinger. 2004. Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de alto valor para la Conservación. WWF. Pp 116.
- Flores-Villela O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso de suelo*. Segunda edición. CONABIO-UNAM, México, Pp. 439.
- Forcey, J. M. 2002a. Notes on the Birds of Central Oaxaca, Part I: Podicipedidae to Laridae. *Huitzil*. 3: 1-10.
- Forcey, J. M. 2002b. Notes on the Birds of Central Oaxaca, Part II: Columbidae to Vireonidae. *Huitzil*. 3: 14-27.
- Forcey, J. M. 2002c. Notes on the Birds of Central Oaxaca, Part III: Hirundinidae to Fringillidae. *Huitzil*. 3: 14-27.
- García, E. 1998. Cartas de climas de México. Hoja Oaxaca y México. CONABIO. México.
- García- Trejo, E. A. y A. G. Navarro. 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta zoológica mexicana* 20: 167-185.
- Garrido, C. S. 2007. Aves residentes y migratorias de la costa de Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 34 Pp.
- Gaston K. J. 2000. *Global patterns in biodiversity*. *Nature*. 405: 220-227.
- Gaston, K. J., R. G. Davies, C. D. Orme, V. A. Olson, G. H. Thomas, T. Ding, P.C. Rasmussen, J. J. Lenon, P. M. Bennett, I. P. Owners, y T. M. Blackburn. 2007. Spatial turnover in the global avifauna. *Proceedure Real Society B*. 274: 1567-1574.
- Goijman, A. P. 2005. Rol de las terrazas como conectores para las aves de bosques entre parches de vegetación natural. Tesis de licenciatura Universidad de Buenos Aires. Pp 55.

- Gómez de Silva H. y R. A. Medellín. 2001. Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: a case of study of mexican land birds. *Conservation Biology*. 15:1384-1395.
- Gómez de Silva, H. 1997. Análisis avifaunístico de Temascaltepec, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoológica*. 68:137-152.
- González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-155 En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.), *Conservación de Aves*. Experiencias en México, National fish and Wildlife Federation- CONABIO. México. Pp 408.
- González-Oreja, J. A., A. A. de la Fuente-Díaz-Ordaz, L. Hernández-Santín, D. Buzo-Franco y C. Bonache-Regidor. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*. 33: 31-45.
- Gotelli, N., y Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4: 379-391.
- Grosselet, M. y T. Burcsu. 2005. Notas sobre la aves de Capulalpan de Méndez, Sierra Juárez, Oaxaca, México. *Huitzil*. 6: 18-24.
- Grubb, T. C. 1978. Weather-Dependent foraging rates of wintering Woodland birds. *The Auk*. 95:370-376.
- Hillis, D., C. Moritz y B. K. Mable. 1996. *Molecular Systematics*. Segunda edición. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. USA. Pp 665.
- Hinsley S. A. y Bellamy P. E. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context in the value of hedgerows to birds: A review. *Journal of environmental Management*. 60: 33-49.
- Holmes, R. T. 1990. Ecological and evolutionary impacts of bird predation on forest insects: An overview. Pp 6-13. En: M. L. Morrison, C. J. Ralph, J. Verner y J. R. Jehl (eds.) *Avian foraging: Theory, methodology, and applications*. Studies in Avian Biology 13. Pp 526.
- Hortal, J. y J. M. Lobo. 2002. Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16:151-178.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, Oxford, Pp 851.

- Hutto, R. L. 1998. Using Landbirds as an Indicator Species Group. En: J.M. Marzluff y R. Sallabanks, (Eds.) *Avian Conservation: Research and Management*. Island Press, Covelo, California, Pp 75-92.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet y P. Hendricks. 1986. A fixed- radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*. 103:593-602.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1985. Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. E14-9.
- INEGI. 2010. Catálogo General de Localidades. <http://mapserver.inegi.org.mx/>
- INEGI. 1981. Carta topográfica, 1:250,000. Oaxaca, E14-9. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). México
- Iñigo-Elías E. 1999. Los buitres mexicanos. *Biodiversitas*. 5: 1-15.
- Iñigo-Elías, E. E. y E. C. Enkerlin. 2003. Amenazas, estrategias e instrumentos para la conservación de las aves. En: Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.), *Conservación de aves*. Experiencias en México, Nacional Fish and Wildlife Federation- CONABIO. México. Pp 87-131.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011. <http://www.iucnredlist.org/>
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Acarología*. 8:151-161.
- Jiménez-Valverde A. y M. Lobo. 2004. Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomsidae assemblages (Arachnida: Araneae). *Journal of Arachnology*. 33: 33-42
- Karr, J. R., D. W. Schemske y N. V. L. Brokaw. 1982. Temporal variation in the understory bird community of a tropical forest. In *The ecology of a tropical forest*. E. G. Leigh Jr., A. S. Rand y D. M. Windsor (Eds.), Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. Pp 441-453.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Segunda edición. Addison Wesley Longman. E. U. A.
- Lambert, F. R. 1993. Trade, status and management of three parrots in the north Moluccas, Indonesia: Mhite Cockatoo *Cacatua alba*, Chattering Lory *Lorius garrulous* and Violet-eared Lory *Eos squamata*. *Bird Conservation International*. 3:145-168.
- Lee D. C. Y S. J. Marsden. 2008. Adjusting count period strategies to improve the accuracy of forest bird abundance estimates from point transect Distance sampling survey. *Ibis*. 150:315-325.

- Lentijo, G. M. y G. Kattan. 2005. Estratificación vertical de las aves en una plantación monoespecífica y en un bosque nativo en la cordillera central de Colombia. *Ornitología Colombiana*. 3: 51-61.
- Leonard, D. L. 2000. Breeding and life history observations of the Gray-Breasted Woodpecker (*Melanerpes hypopolius*). *Ornitología Neotropical* 11:341-348.
- Levey, D. J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rica fruit and fruit-eating bird abundance. *Ecological Monographs*. 58: 251-269.
- Levey, D. J. y F. G. Stiles. 1992. Evolutionary precursors of long-distance migration: resource availability and movement patterns in Neotropical landbirds. *American Naturalist*. 140: 447-476.
- Loiselle, B. A. y J. G. Blake, 1991. Temporal variation in birds and fruits along an elevational Gradient in Costa Rica. *Ecology*. 72: 180-193.
- Loiselle B. A. y J. G. Blake. 1992. Population variation in tropical bird community. *Bioscience*. 11: 838-845.
- López-Calleja V. 1995. Dieta de *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) y *Diuca diuca* (Fringillidae): efecto de la variación estacional de los recursos tróficos y la riqueza de aves granívoras en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 68: 321-331.
- MacGregor I., L. Morales y J. Schondube. 2010. Migrating to the city: responses of neotropical migrant bird communities to urbanization. *The Condor*. 112: 711-717.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing: Oxford, U. K. Pp 256.
- Mallet-Rodríguez, F. Y M.L.M. De Noronha. 2003. Variações na taxa de captura de passeriformes em um trecho de Mata Atlântica de encosta, no sudeste do Brasil. *Ararajuba* 11: 111-118.
- Marigliano, N., C. Navarro, Z. Brandán. 2010. Aves asociadas a los bordes de una parcela cultivada con trigo (Burruyacú, Tucumán, Argentina). *Acta zoológica lilloana*. 54: 121-128.
- Martín del campo, R. 1942. Algunos anfibios y reptiles de la región de Huajuapán de León, Oaxaca, *Anales instituto de Biología*. UNAM 13:351-355.
- Martínez-Morales M. A. 2007. Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 149-162.
- McAleece N. 1997. Biodiversity Professional Beta Versión 2. The Natural History Museum y Scottish Association for Marine Science. Consultado 09/04/2011.

- McCollin, D. 1998. Forest edges and habitat selection in birds: a functional approach. *Ecography*. 21:247-260.
- Mills, E. D. y D. T. Rogers. 1990. Nearctic passerine fall migration in central Belize. *Wilson Bulletin*. 102: 146-150.
- Mollon, A. 2010. The effect of point count duration on avian density estimates. Tesis de Maestría. Imperial College London. Londres, Inglaterra. Pp 62.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M y T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza. Pp 84.
- Moreno, C. E. y Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Applied Ecology*. 37:149-158.
- Naranjo, L. G. 1992. Estructura de la avifauna en un área ganadera en el valle de Cauca, Colombia. *Caldasia*. 17: 55-66.
- National Geographic Society. 2006. *Field Guide to the Birds of North America*. Quinta edición. Washington D.C. EUA. Pp 503.
- Navarro, A. G. 1992. Altitudinal distribution of birds in the Sierra Madre del Sur, Guerrero, México. *The Condor*. 94:29-39.
- Navarro, A. G., E. García-Trejo, A. T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves. En: García-Mendoza A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas. *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM- Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-WWF. México D.F. Pp. 391-401.
- Navarro, A. G. y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias*. 7: 45-54.
- Navarro, A. G. y L. A. Sánchez González. 2003. *La diversidad de las aves*. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras (Eds.) Conservación de las aves de México. CIPAMEX, CONABIO, NFWF, México. Pp. 24-85.
- Navarro-Sigüenza, A. G., A. Lira-Noriega, A. T. Peterson, A. Oliveras de Ita y A. Gordillo-Martínez. 2007. *Diversidad, endemismo y conservación de las aves*. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.) Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, UNAM, México, D.F. Pp 514.
- Nuñez M. 2008. Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Río Zapotal, Hojanca, Costa Rica. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Pp 73.

- Otvos, I. 1967. Observations on the feeding habits of some Woodpeckers and Woodcreepers in Costa Rica. *The Condor*. 69: 522-525.
- Owen J. G. 1990. Patterns of mammalian species richness in relation to temperature, productivity, and variance in elevation. *Journal of Mammalogy*. 71: 1-13.
- Petersen, F. T. y R Meier. 2003. Testing species- richness estimation methods on single- simple collection data using the Danish Diptera. *Biodiversity Conservation*. 12: 667-686.
- Peterson, A. T., G. Escalona- Segura, K. Zyskowski, D. A. Kluza y B. Hernández- Baños. 2003. Avifaunas of two dry forest sites in northern Oaxaca, México. *Huitzil*. 4: 3-9.
- Peterson A. T., S. L. Egbert, V. Sánchez- Cordero y K. P. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priorities: endemic birds and mammals in Veracruz, México. *Biological Conservation*. 93:85-94.
- Peterson, A. T., L. Canseco-Márquez, J. L. Contreras-Jiménez, G. Escalona-Segura, O. Flores-Villela, J. García-López, B. Hernández-Baños, C. A. Jiménez-Ruiz, L. León-Paniagua, S. Mendoza-Amaro, A. G. Navarro-Sigüenza, V. Sánchez-Cordero y D. E. Willard. 2004. Apreliminary biological survey of cerro Piedra Larga, Oaxaca, México: Birds, mammals, reptiles, amphibians, and plants. *Anales del Instituto de Biología*, UNAM. Serie Zoología 75: 439-466.
- Peterson A. T. y D. M. Watson. 1998. Problems with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling. *Diversity and Distributions*. 4: 189-194.
- Peterson R. T. y E. L. Chalif. 1973. *A field guide to Mexican birds*. México, Guatemala, Belize, El Salvador. Houghton Mifflin. E.U. A. Pp 298.
- Peterson, R. T. y E. L. Chaliff. 2008. *Aves de México*. Editorial Diana. México. Pp 473.
- Pineda, M., R. Mendoza y F. Jiménez. 2009. *Aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. CONABIO. México. Pp. 117.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). 1998. *Biological diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University press. Pp 812.
- Ramírez-Albores, J. E. 2006. Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biósfera Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotropica*. 6: 1-19.
- Ramos- Ordoñez M. F. 2004. Frugivoría y uso del hábitat por el Trogon citrinio (*Trogon citreolus*) en el bosque tropical seco. Tesis de maestría (biología ambiental). Facultad de Ciencias. UNAM. Pp. 71.

- Rappole, J. H. 1995. *The Ecology of Migrant Birds: A Neotropical Perspective*. Smithsonian Institution press, Washington, DC, USA. Pp. 269.
- Reyes, S. J., I. C. Brachet, C. J. Pérez y D. A. Gutiérrez. 2004. *Cactáceas y otras plantas nativas de la región de la cañada, Cuicatlán, Oaxaca*. Sociedad Mexicana de Cactología, A. C., Comisión Federal de electricidad, CFE, Fundación para la Reserva de la biosfera Cuicatlán A. C. México. Pp 146.
- Reyes, S. J., I. C. Brachet y C. J. Pérez. 2005. *Orquídeas y otras plantas nativas de la cañada, Cuicatlán, Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM, Fundación para la Reserva de la biosfera Cuicatlán A.C, Sociedad mexicana de Cactología, A.C. México. Pp 175.
- Ríos-Muñoz C. A. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2009. Efectos del cambio de uso de suelo en la disponibilidad hipotética de hábitat para los Psitácidos de México. *Ornitología Neotropical*. 20: 491-509.
- Rivera-Ortiz, F. A. 2007. Distribución y abundancia de *Ara militaris* en la reserva de la biosfera de Tehuacán- Cuicatlán. Tesis de maestría. Facultad de estudios superiores Iztacala, UNAM, México. Pp 44.
- Robinson, W. D., J. D. Brawn y S. K. Robinson. 2000. Forest bird community structure in central Panama: influence of spatial scale and biogeography. *Ecological Monographs*. 70: 209-235.
- Rodríguez-Yañez, C., R. M. Villalón y A. G. Navarro. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). *Publicaciones especiales del Museo de Zoología*. Facultad de ciencias. UNAM. México. 8: 1-146.
- Rollfinke B. F. y R. H. Yahner. 1990. Effects of time of day and season on Winter birdscounts. *The Condor*. 92: 215-219.
- Salas, P. M. A. y C. O. Trejo. 1983. *Las aves de la sierra Purépecha del estado de Michoacán, SARH División forestal, Coyoacán, México D. F. (Boletín divulgativo 79)*. Pp 55.
- Salazar, G., J. Reyes, C. Brachet y J. Pérez, 2006. *Orquídeas y otras plantas nativas de la cañada Cuicatlán, Oaxaca, México*. Instituto de biología. UNAM. México. Pp 175.
- Sarukhán, J., J. Soberón y J. Larson-Guerra. 1996. Biological conservation in high beta-diversity country, Pp. 246-263. En F. Di Castri Y T. Younes (Eds.), *Biodiversity, science and development. Towards a new partnership*. CAB International-IUBS, Paris. Pp 499.

- SEMARNAP (Secretaría del medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca) 1996. Programa de áreas naturales protegidas de México 1995-2000. SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F., México. Pp 60.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana 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, México, D.F., 30 de diciembre de 2010. Pp 78.
- Short, H. L. y J. B. Hesbeck. 1995. National biotic resource inventories and GAP analysis. *BioScience*. 45: 535-539.
- Sick, H. 1997. *Ornitología brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 862 Pp.
- Smith, K. G., y J. T. Rotenberry. 1990. Quantifying food resources in avian studies: present problems and future needs. In: M. L. Morrison, C. J. Ralph, J. Verner y J. R. Jehl (Eds.). Avian Foraging: Theory, methodology, and applications. *Studies in Avian Biology*. 13: 3-5.
- Soberanes-González, C., C. Rodríguez-Flores y M.C. Arizmendi. 2010. Brown-Backed Solitaire (*Myadestes occidentalis*), Neotropical Birds Online (T.S. Schulenber, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Consultado 15/08/2011. Retrieved from Neotropical Birds Online: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_sPp=545036
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology*. 7: 480-488.
- Solari, L. M. 2006. Heterogeneidad espacial generada por bordes y terrazas en monocultivos de soja y su efecto en las aves. Tesis de licenciatura. Universidad de Buenos Aires. Pp 55.
- Somershoe S. G., D. J. Twedt y B. Reid. 2006. Combining breeding bird survey and distance sampling to estimate density of migrant and breeding birds. *The Condor*. 108: 691-699.
- StatSoft, Inc. 1997. STATISTICA for Windows. Tulsa, OK: East 14th Street. Disponible en: <http://www.statsoft.com>. Fecha de consulta: 14/02/ 2011.
- Stork, N. E., J. Samways y H. A. C. Eeley. 1996. Inventorying and monitoring biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*. 11: 39-40.
- Téllez-Valdés, O. y P. Dávila-Aranda. 2003. Protected Areas and Climate Change: Case Study of the Cacti in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México. *Conservation Biology*. 17: 846-853.

- Thiollay, J. M. 1995. The role of traditional agroforests in the conservation of rain forest bird diversity in Sumatra. *Conservation Biology*. 9: 335-353.
- Thomas, L., J. L. Laake, E. Rexstad, S. Strindberg, F. F. C. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, M. L. Burt, S. L. Hedley, J. H. Pollard, J. R. B. Bishop y T. A. Marques. 2009. Distance 6.0. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/> Fecha de consulta: 14/02/ 2011.
- Thomas, L., S. Buckland, E. Rexstad, J. Lake, S. Strindberg, S. Hedley, J. Bishop, T. Marques y K. Burnham. 2010. Distance software: desing and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*. 47: 5-14.
- Torres- Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. En: García-Mendoza A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas. *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM- Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-WWF. México D.F. Pp. 391-401.
- Tovilla, R. D. 2009. Análisis de la relación abundancia-tamaño del área de distribución de algunas aves montanas de México. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias, UNAM. Pp 71.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Enviromental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Valecia, A. S., M. Gómez-Cárdenas y F. Becerra-Luna. 2002. *Catálogo de encinos del estado de Guerrero, México*. Libro técnico. Sagarpa. Inifap. Pp 180.
- Valiente-Banuet A., L. Solís, P. Dávila, M. D. C. Arizmendi, C. Silva, J. Ortega, J. Treviño, S. Rangel y A. Casas. 2009. *Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pp 206.
- Valiente-Banuet, A., M. C. Arizmendi, A. Rojas-Martínez y L. Dominguez-Canseco. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in México. *Journal of Tropical Ecology*. 12: 103-119.
- Van Perlo B. 2006. *Birds of Mexico and Central America*. Princeton and Oxford. Pp 336.
- Vázquez V., M., 1992. El género Quercus (Fagaceae) en el estado de Puebla, México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. UNAM. Pp 276.

- Vázquez, L. 2007. Descripción de la comunidad de aves de la selva baja caducifolia y su relación con la estructura del hábitat en Santa María Tecomavaca, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de estudios superiores Iztacala. UNAM. México. Pp 72.
- Vázquez, L., H. Moya y M. C. Arizmendi. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 80: 535-449.
- Vega, J. H., M. C. Arizmendi y L. Morales. 2010. *La avifauna de las selvas bajas del occidente de México. En: Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. P 77-98. Ceballos, G., E. Espinoza y M. Maass (Eds.). CONABIO- WWF. México. Pp 594.
- Vidal-Rodríguez, R. M. 1992. Abundance and seasonal distribution of Neotropical migrants during autumn in Mexican cloud forest. In: Hagan J.M. III Y D. W. Johnston (Eds.). *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Smithsonian Institution, Washington, D. C. Pp 370-376.
- Villa-Bonilla, B., O. R. Rojas-Soto, A. G. Colodner-Chamudis y C. Tejeda-Cruz. 2008. Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: el caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. *Ornitología Neotropical*. 19: 531-551.
- Watson, D. M. 2003. Long-term consequences of habitat fragmentation-highland birds in Oaxaca, Mexico. *Biological Conservation*. 111: 283-303.
- Whittaker, R. J., K. J. Willis y R. Field. 2001. Scale and species richness: towards a general hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*. 28: 453-470.
- Zach R. y B. Falls. 1979. Foraging and territoriality of male ovenbirds (aves: Parulidae) in a heterogeneous habitat. *Journal of Animal Ecology*. 48: 33-52.

9. ANEXOS

Anexo 1. Coordenadas de los puntos de muestreo, número de especies e individuos totales registrados en estos.

Número de punto	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Número de especies por punto	Número de individuos totales
1	17°54'56"	96°56'18"	1523	43	129
2	17°54'51"	96°56'18"	1541	36	197
3	17°54'50"	96°56'14"	1594	44	213
4	17°54'49"	96°56'06"	1603	51	316
5	17°54'47"	96°56'07"	1639	44	221
6	17°54'45"	46°55'50"	1650	41	145
7	17°54'45"	96°55'50"	1655	39	163
8	17°54'45"	96°55'56"	1640	45	122
9	17°54'43"	96°55'46"	1663	45	230
10	17°54'41"	96°55'39"	1672	37	98
11	17°54'42"	96°55'39"	1671	46	293
12	17°54'40"	96°55'34"	1680	49	294
13	17°54'37"	96°55'34"	1672	34	118
14	17°54'34"	96°55'37"	1676	34	144
15	17°54'30"	96°55'38"	1681	30	128
16	17°54'25"	96°55'38.4"	1686	21	70
17	17°54'25"	96°55' 42"	1705	21	59
18	17°54'23"	96°55' 46"	1718	29	82
19	17°54'18"	96°55'51"	1741	24	57
20	17° 54'18"	96° 55'57"	1741	26	87

Anexo 2. Listado taxonómico de la Avifauna de San Juan Coyula, Oaxaca (AOU, 1998; Chesser *et al.*, 2011). Nombres comunes en español e inglés y Acta para la conservación de aves migratorias Neotropicales (NMBCA) (Berlanga *et al.*, 2008). UICN (2011) LC-preocupación menor, NT-Casi amenazada, EN- En peligro, VU- Vulnerable; NOM -059-2010: P-Peligro de extinción, A- Amenazada, PR- sujeta a protección especial, SC- Sin categoría.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca mexicana	West Mexican Chachalaca	SC	LC	Endémica	No	Residente
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Black Vulture	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Turkey Vulture	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Rufo	Sharp-Shinned Hawk	PR	LC	No endémica	Sí	Accidentales
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	Common Black-Hawk	PR	LC	No endémica	Sí	Casuales
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla Rojinegra	Harris's Hawk	PR	LC	No endémica	No	Accidentales
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla Pecho Rojo	Red-shouldered Hawk	PR	LC	No endémica	No	Accidentales
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	Red-tailed Hawk	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	American kestrel	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Hálcon Peregrino	Peregrine Falcon	PR	LC	No endémica	Sí	Casuales
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma de Collar	Band-tailed Pigeon	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Ala Blanca	White-winged Dove	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huijota	Mourning Dove	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola Cola Larga	Inca Dove	SC	LC	No endémica	No	Residente
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Coquita	Common Ground-Dove	SC	LC	No endémica	No	Residente
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	White-tipped Dove	SC	LC	No endémica	No	Residente
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya Verde	Military Macaw	PR	VU	No endémica	No	Accidentales

Anexo 2: continuación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo Canela	Squirrel Cuckoo	SC	LC	No endémica	No	Residente
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo Pecho Blanco	White-throated Swift	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí Oreja Violeta	Green Violetear	SC	LC	No endémica	No	Accidentales
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus sordidus</i>	Colibrí Oscuro	Dusky Hummingbird	SC	LC	Endémica	No	Residente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	Broad-billed Hummingbird	SC	LC	Semiendémica	Sí	Residente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Oreja Blanca	White-eared Hummingbird	SC	LC	No endémica	No	Residente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	Berylline Hummingbird	SC	LC	No endémica	No	Residente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí Corona Violeta	Violet-Crowned Hummingbird	SC	LC	Semiendémica	Sí	Casuales
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	Blue-throated Hummingbird	SC	LC	Semiendémica	Sí	Casuales
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lamprolaima rhami</i>	Colibrí Ala Castaña	Garnet-throated Hummingbird	A	LC	No endémica	No	Casuales
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	Magnificent Hummingbird	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí	Ruby-throated Hummingbird	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogón Elegante	Elegant Trogon	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes hypopolius</i>	Carpintero Pecho Gris	Gray-breasted Woodpecker	SC	LC	Endémica	No	Residente
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	Ladder-backed Woodpecker	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos Corona Punteada	Spot-crowned Woodcreeper	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero Lampiño	Northern Beardless-Tyrannulet	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Mosquero del Balsas	Pileated Flycatcher	PR	NT	Endémica	No	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí Oriental	Eastern Wood- Pewee	SC	LC	No endémica	Sí	Residente

Anexo 2: continuación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero Gris	Gray Flycatcher	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño	Cordilleran Flycatcher	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas Llanero	Say's Phoebe	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	Vermillion Flycatcher	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	Dusky-capped Flycatcher	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	Ash-throated Flycatcher	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Tirano	Brown-crested Flycatcher	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	Social Flycatcher	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	Tropical Kingbird	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Gritón	Cassin's Kingbird	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero Cabezón Degollado	Rose-throated Becard	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo Pizarra	Slaty vireo	SC	LC	Endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo nelsoni</i>	Vireo Enano	Dwarf Vireo	PR	LC	Endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo Plomizo	Plumbeous Vireo	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo Gorjeador	Warbling Vireo	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojo Rojo	Red-eyed Vireo	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Crestada	Steller's Jay	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	Chara	Western Scrub-Jay	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	Common Raven	SC	LC	No endémica	No	Residente

Anexo 2: continuación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar	Violet-green Swallow	SC	LC	No endémica	Sí	Residente verano
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Ala Aserrada	Northern Rough-winged Swallow	SC	LC	No endémica	Sí	Residente verano
Passeriformes	Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero Embridado	Bridled Titmouse	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	Bushtit	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus jocosus</i>	Matraca del Balsas	Boucard's Wren	SC	LC	Endémica	No	Casuales
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto	Cactus Wren	SC	LC	No endémica	No	Accidentales
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín Cola Oscura	Bewick's Wren	SC	LC	No endémica	No	Casuales
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín Saltapared	House Wren	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita Azulgris	Blue-gray Gnatcatcher	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita Pispirria	White-lored Gnatcatcher	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de Rojo	Ruby-crowned Kinglet	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Garganta Canela	Eastern Bluebird	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	Brown-backed Solitaire	PR	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola Rufa	Hermit Thrush	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Pardo	Clay-colored Thrush	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	White-throated Thrush	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo Dorso Rufo	Rufous-Backed Robin	SC	LC	Endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	American Robin	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo	Curve-billed Thrasher	SC	LC	No endémica	No	Accidentales

Anexo 2: continuación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul	Blue Mockinbird	SC	LC	Endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Ptilonotidae	<i>Ptilonotus cinereus</i>	Capulinerio Gris	Gray Silky-flycatcher	SC	LC	Cuasiendémica	No	Residente
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	Black-and-white Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Parula Ceja Blanca	Crescent-chested Warbler	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Corona Naranja	Orange-crowned Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Chipe de Coronilla	Nashville Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Tolmie	Mac Gillivray's Warbler	A	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Parula Norteña	Northern Parula	SC	LC	No endémica	Sí	Casuales
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Parula Tropical	Tropical Parula	SC	LC	No endémica	No	Casuales
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe Garganta naranja	Blackburnian Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Accidentales
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe Coronado	Yellow-rumped Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe Negroamarillo	Townsend's Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	Hermit Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe Dorso Verde	Black-throated Green Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorro Rufa	Rufous-capped Warbler	SC	LC	Cuasiendémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	Wilson's Warbler	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe Cara Roja	Red-faced Warbler	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Chipe Ala Blanca	Painted Redstart	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de Montaña	Slate-throated Redstart	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno

Anexo 2: continuación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Passeriformes	Thraupidae	<i>Lanio aurantius</i>	Tángara Garganta Negra	Black-throated Shrike-Tanager	PR	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara Azulgris	Blue gray Tanager	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tángara Ala Amarilla	Yellow-winged Tanager	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo	Yellow-faced Grassquit	SC	LC	No endémica	No	Residente verano
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes Gorra Rufa	Rufous-capped Brush-Finch	SC	LC	Endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Toquí Pinto	Eastern Towhee	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Rufa	Rufous-crowned Sparrow	SC	LC	No endémica	Sí	Residente verano
Passeriformes	Emberizidae	<i>Aimophila notosticta</i>	Zacatonero Oaxaqueño	Oaxaca Sparrow	PR	NT	Endémica	No	Residente verano
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza kieneri</i>	Rascador Nuca Rufa	Rusty-crowned Ground-Sparrow	SC	LC	Endémica	No	Residente
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>	Toquí Pardo	Canyon Towhee	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza albicollis</i>	Toquí Oaxaqueño	White-throated Towhee	SC	LC	Endémica	No	Residente verano
Passeriformes	Emberizidae	<i>Peucaea mystacalis</i>	Zacatonero Embridado	Bridled Sparrow	SC	LC	Endémica	No	Residente
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Ceja Blanca	Chipping Sparrow	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión Pálido	Clay-colored Sparrow	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	Black-chinned Sparrow	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión Arlequin	Lark Sparrow	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojo de Lumbre	Yellow-eyed Junco	SC	LC	Cuasiendémica	No	Residente
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Tángara Encinera	Hepatic Tanager	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	Summer Tanager	SC	LC	No endémica	Sí	Residente verano

Anexo 2: continuación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE EN ESPAÑOL	NOMBRE EN INGLÉS	NOM	UICN	ENDÉMICA	NMBCA	Estacionalidad
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha Roja	Western Tanager	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga bidentata</i>	Tángara Dorso Rayado	Flame-colored Tanager	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Picogordo Amarillo	Yellow Grosbeak	SC	LC	Cuasiendémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Pecho Rosa	Rose-breasted Grosbeak	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	Black-headed Grosbeak	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín Azulnegro	Blue Bunting	SC	LC	No endémica	No	Visitante de invierno
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	Varied Bunting	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	Great-tailed Grackle	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojo Rojo	Bronzed Cowbird	SC	LC	No endémica	Sí	Residente
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	Black-vented Oriole	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Bolsero Castaño	Orchard Oriole	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero Dorso Rayado	Streak-backed Oriole	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero Calandria	Bullock's Oriole	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus graduacauda</i>	Bolsero Cabeza Negra	Audubon's Oriole	SC	LC	Cuasiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	Baltimore Oriole	SC	LC	No endémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero Tunero	Scott's Oriole	SC	LC	Semiendémica	Sí	Visitante de invierno
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	House Finch	SC	LC	No endémica	No	Residente
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	Lesser Goldfinch	SC	LC	No endémica	Sí	Residente

Anexo 3. Matriz de similitud de Jaccard (enlace promedio simple) para los 20 puntos de conteo.

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10	Punto 11	Punto 12	Punto 13	Punto 14	Punto 15	Punto 16	Punto 17	Punto 18	Punto 19	Punto 20	
Punto 1	*	48.0769	37.7049	43.75	44.6429	45.4545	40.3509	39.3443	38.7097	34.4828	32.3077	42.8571	22.9508	28.0702	24.5614	29.1667	24.4898	32.0755	22.6415	24.0741	
Punto 2	*	*	38.5965	40.3226	35.7143	38.8889	44.2308	37.931	42.1053	40.3846	37.2881	37.0968	27.2727	38.7755	34.6939	29.5455	21.7391	32.6531	30.4348	29.1667	
Punto 3	*	*	*	51.6129	38.3333	46.4286	41.3793	47.4576	44.2623	40.3509	31.3433	35.2941	30.5085	36.3636	32.7273	23.0769	23.5294	22.0339	19.6429	32.6923	
Punto 4	*	*	*	*	51.6667	50	45.1613	50.7937	50	41.9355	41.1765	38.8889	28.7879	40.678	35	22.0339	29.0909	25	29.3103	28.3333	
Punto 5	*	*	*	*	*	49.0566	51.9231	55.5556	51.7857	48.0769	44.0678	48.3333	29.8246	46.9388	32.0755	29.7872	36.3636	32.6923	33.3333	22.2222	
Punto 6	*	*	*	*	*	*	47.1698	50.9091	44.8276	38.1818	33.3333	44.2623	25.8621	36.5385	32.6923	22.449	25.5319	36	31.25	32.6531	
Punto 7	*	*	*	*	*	*	*	48.2143	55.5556	52	42.3729	49.1525	30.3571	33.9623	38	27.6596	25.5319	30.7692	40	30	
Punto 8	*	*	*	*	*	*	*	*	50.8475	42.1053	41.2698	43.0769	25.8064	40.7407	34.5455	22.6415	36.1702	32.7273	33.3333	29.6296	
Punto 9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	46.4286	55.1724	51.6129	27.4194	37.5	38.8889	24.5283	27.451	29.8246	27.7778	33.9623	
Punto 10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	46.4286	40.9836	33.9623	38	36.7347	26.087	29.5455	37.5	32.6087	26	
Punto 11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	46.875	25.3968	32.7586	31.5789	22.2222	30	37.037	32.6923	29.0909	
Punto 12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	38.3333	42.1053	36.2069	27.2727	30.1887	41.8182	30.3571	33.9286	
Punto 13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40.4255	30.6122	34.1463	28.5714	31.25	26.087	27.6596	
Punto 14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	37.7778	26.1905	33.3333	35.5556	24.4444	26.087	
Punto 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	34.2105	35.1351	37.2093	42.1053	36.5854	
Punto 16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	41.3793	35.1351	18.4211	27.027	
Punto 17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36.1111	33.3333	31.4286
Punto 18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32.5	25
Punto 19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19.0476
Punto 20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Anexo 4

Resultados de los estimados de densidad para especies presentes en San Juan Coyula. Los valores de abundancia se presentan en individuos por hectárea. Funciones clave (FC): Uniforme (U), Media-normal (Mn), Tasa de riesgo (Hr) y Exponencial negativa (En). Series de expansión (SE): Coseno (Cos), Polinomio simple (Ps) y Polinomio de Hermite (Ph). D CV es el coeficiente de variación de la densidad.

Especie	Ind	Obs	Otros	Status	modelo	FC-SE	# parámetros	Pa	AIC	RED	D ind/Ha	D ICI	D ICS	D CV
<i>Cathartes aura</i>	71	58		1	10	En Cos	1	0.97	357.47	24.63	1.54	0.867	2.76	0.296
<i>Zenaida asiatica</i>	19	17	2	2	7	HrCos	2	0.24	107.41	12.23	3.24	1.02	10.23	0.582
<i>Leptotila verreauxi</i>	23	21	5	1	2	U Ps	1	0.59	120.89	15.37	3.32	2.39	4.6	0.159
				1	3	U Ph	1	0.59	120.89	15.37	3.32	2.39	4.6	0.159
				1	5	Mn Ps	1	0.47	120.41	13.71	3.89	2.07	7.29	0.309
				1	10	En Cos	1	0.35	121.74	11.88	3.89	1.21	12.53	0.609
				1	11	EnPs	1	0.35	121.74	11.88	3.89	1.21	12.53	0.609
				1	12	En Ph	1	0.35	121.74	11.88	3.89	1.21	12.53	0.609
<i>Cynanthus sordidus</i>	26	20	2	2	4	MnCos	1	0.41	96.26	7.71	11.03	5.69	21.37	0.328
<i>Cynanthus latirostris</i>	28	20	2	2	7	HrCos	2	0.24	118.6	11.25	17.61	7.55	41.08	0.423
<i>Hylocharis leucotis</i>	63	51	2	2	7	HrCos	2	0.26	247.12	8.61	24.93	18.95	32.79	0.138
<i>Amazilia beryllina</i>	206	82	2	2	7	HrCos	2	0.44	393.18	7.92	43.31	32.41	57.88	0.148
<i>Eugenes fulgens</i>	17	12	1	1	1	Ucos	1	0.35	69.09	11.9	4.76	3.06	7.4	0.213
				1	5	MnPs	1	0.33	69.71	11.57	5.08	2.44	10.55	0.352
<i>Archilochus colubris</i>	434	90	2	2	7	HrCos	3	0.42	401.82	7.82	31.56	22.29	44.69	0.178
<i>Picoides scalaris</i>	17	16	4	1	1	Ucos	1	0.45	97.35	14.73	2.64	1.54	4.51	0.257
				1	10	En Cos	1	0.31	97.96	12.34	3.7	1.213	11.34	0.564
				1	11	En Ps	1	0.31	97.96	12.34	3.7	1.213	11.34	0.564
				1	12	En Ph	1	0.31	97.96	12.34	3.7	1.213	11.34	0.564
<i>Contopus virens</i>	11	10	7	1	5	MnPs	1	0.58	57.18	13.74	6.44	2.49	16.67	0.44
				1	10	En Cos	1	0.44	57.3	11.95	8.1	1.67	39.24	0.798
				1	11	En Ps	1	0.44	57.3	11.95	8.1	1.67	39.24	0.798
				1	12	En Ph	1	0.44	57.3	11.95	8.1	1.67	39.24	0.798
<i>Empidonax wrightii</i>	10	12	5	1	5	Mn Ps	1	0.96	55.04	11.75	5.31	1.59	17.77	0.592

Anexo 4: continuación

Especie	Ind	Obs	Otros	Status	modelo	FC-SE	# parámetros	Pa	AIC	RED	D ind/Ha	D ICI	D ICS	D CV
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	31	30	5	1	5	Mn Ps	1	0.20	179.72	11.14	5.70	4.22	7.70	0.148
				1	7	Hr Cos	2	0.19	173.8	10.81	6.05	3.39	10.80	0.289
				1	10	En Cos	1	0.09	179.39	7.38	12.97	6.8	24.74	0.324
				1	11	En Ps	1	0.09	179.39	7.38	12.97	6.8	24.74	0.324
				1	12	En Ph	1	0.09	179.39	7.38	12.97	6.8	24.74	0.324
<i>Vireo gilvus</i>	68	35	1	1	5	Mn Ps	1	0.20	178.08	8.04	20.27	13.07	31.43	0.222
<i>Vireo plumbeus</i>	24	21	6	1	5	Mn Ps	1	0.70	97.1	10.02	9.24	4.14	20.58	0.400
				1	11	En Ps	1	0.70	97.75	10.03	8.83	2.15	36.21	0.763
				1	12	En Ph	1	0.70	97.75	10.03	8.83	2.15	36.21	0.763
<i>Vireo nelsoni</i>	11	7	1	2	1	U Cos	1	0.38	45.71	15.32	2.67	1.08	6.60	0.417
<i>Aphelocoma californica</i>	18	13	1	2	1	U Cos	1	0.46	73.84	11.47	5.08	2.69	9.57	0.306
<i>Psaltriparus minimus</i>	27	9	3	2	1	MnCos	1	0.33	47.46	8.58	11.28	4.46	28.54	0.457
<i>Polioptila caerulea</i>	98	55	3	2	7	Hr Cos	2	0.36	247.94	9.05	30.44	22.91	40.44	0.144
<i>Regulus calendula</i>	167	94	1	1	5	Mn Ps	1	0.11	484.79	8.22	29.86	24.18	36.89	0.107
<i>Myadestes occidentalis</i>	99	89	1	2	1	Ucos	2	0.31	553.4	13.97	10.10	6.66	15.30	0.212
<i>Turdus assimilis</i>	11	7	3	2	4	MnCos	1	0.78	36.81	13.26	3.70	0.86	15.80	0.678
<i>Ptilogonys cinereus</i>	180	38	2	2	3	U Ph	2	0.29	180.99	8.06	14.59	8.41	25.31	0.279
<i>Mniotilta varia</i>	71	38	3	2	7	HrCos	2	0.48	178.66	10.35	18.69	13.98	24.98	0.146
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	67	33	2	1	4	MnCos	1	0.11	176.54	8.44	15.82	11.02	22.71	0.182
				1	5	Mn Ps	1	0.11	176.54	8.44	15.82	11.02	22.71	0.182
<i>Oreothlypis celata</i>	15	12	1	2	2	U Cos	2	0.19	73.4	10.94	4.76	2.16	10.44	0.373
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	24	14	3	1	1	U Cos	1	0.58	65.56	12	5.22	3.14	8.68	0.238
				1	2	U Ps	1	0.58	65.56	12	5.22	3.14	8.68	0.238
				1	3	U Ph	1	0.58	65.56	12	5.22	3.14	8.68	0.238
<i>Geothlypis tolmiei</i>	11	7	3	2	5	MnPs	1	0.65	30.94	8.05	2.98	0.71	12.5	0.658
<i>Setophaga townsendi</i>	198	103	1	2	8	Hr Cos	2	0.15	530.36	9.64	42.86	33.13	55.45	0.131
<i>Setophaga occidentalis</i>	22	16	3	2	7	Hr Cos	2	0.13	84.91	8.79	11.39	5.64	22.98	0.342

Anexo 4: continuación

Especie	Ind	Obs	Otros	Status	modelo	FC-SE	# parámetros	Pa	AIC	RED	D ind/Ha	D ICI	D ICS	D CV
<i>Basileuterus rufifrons</i>	15	8	3	2	4	MnCos	1	0.99	38.41	11.94	7.42	2	27.40	0.611
<i>Cardellina pusilla</i>	98	63	3	2	7	HrCos	2	0.22	308.17	10.23	19.72	15.46	25.15	0.123
<i>Myioborus pictus</i>	18	12	3	2	7	HrCos	2	0.31	58.06	8.29	13.96	5.96	32.65	0.410
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	23	13	1	2	1	U Cos	2	0.28	69.83	7.94	9.12	2.94	28.32	0.563
<i>Peucaea mystacalis</i>	23	18	3	2	7	Hr Cos	3	0.25	115.48	12.41	4.12	0.89	18.99	0.821
<i>Melospiza kieneri</i>	31	21	3	2	7	Hr Cos	2	0.35	101.85	8.88	17.48	10.96	27.87	0.230
<i>Junco phaeonotus</i>	148	61	2	1	5	Mn Ps	1	0.22	333.02	9.45	28.56	20.2	40.39	0.176
				1	10	En Cos	2	0.22	335.46	9.30	28.63	14.11	58.11	0.366
<i>Piranga ludoviciana</i>	131	37	3	2	7	HrCos	2	0.22	200.67	11.6	26.38	15.61	44.59	0.268
<i>Piranga flava</i>	54	27	3	2	7	HrCos	3	0.02	163.13	10.99	15.2	8.4	27.52	0.298
<i>Piranga rubra</i>	18	13	4	1	5	Mn Ps	1	0.56	86.61	18.74	13.87	7.14	26.96	0.324
				1	10	En Cos	1	0.3	85.1	13.64	25.95	9.29	72.53	0.512
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	26	21	4	1	4	MnCos	1	0.18	123.01	10.74	9.69	6.23	15.08	0.220
				1	5	Mn Ps	1	0.18	123.01	10.74	9.69	6.23	15.08	0.220
				1	11	En Ps	1	0.09	125.09	7.34	17.97	7.09	45.5	0.477
				1	12	En Ph	1	0.09	125.09	7.34	17.97	7.09	45.5	0.477
<i>Icterus wagleri</i>	13	8	3	2	10	En Cos	1	0.43	52.42	16.30	2.93	0.62	13.88	0.759
<i>Carpodacus mexicanus</i>	140	127	3	2	7	Hr Cos	2	0.23	745.56	11.94	37.81	28.44	50.27	0.145
<i>Spinus psaltria</i>	42	28	3	2	7	Hr Cos	2	0.89	129.07	11.32	12.59	7.6	20.87	0.253

Otros: Análisis válidos generados por otras combinaciones FC-SE para dicha especie con mayor AIC

FC: Funciones clave: Uniforme (U) Media normal (Mn) Tasa de riesgo (Hr) y Exponencial negativa (Ne).

SE: Coseno (Cos), Polinomio simple (Ps) y Polinomio de Hermite (Ph).

Pa: Probabilidad de detección.

AIC: Criterio de información Akaike

RED: Radio efectivo de detección (metros)

Status I: verde, corresponde a modelos válidos.

Status II: amarillo, modelos válidos en los que se advirtió que los parámetros se restringieron a obtener monotonicidad.

D: densidad estimada en individuos por hectárea

DICI: Intervalo de confianza inferior de la densidad

D ICS: Intervalo de confianza superior a la densidad.

D CV: Coeficiente de variación de la densidad

CDS: análisis por muestreos convencionales de distancia.

Anexo 5. Cuadro comparativo de las especies de aves registradas en este estudio y las reportadas en estudios previos cercanas o dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán- Cuicatlán con distintos tipos de vegetación.

Lista de especies	Lista de aves del Valle de Tehuacán, Puebla. Matorral Xerófilo con dominancia de Cactáceas Columnares. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna de dos bosques secos de Oaxaca, Santiago Quiotepec, bosque ripario y bosque de cactáceas (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna de dos bosques secos de Oaxaca, Río Tomellín, matorrales secos y chaparrales (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Listado de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán, Río salado, cerca de Zapotitlán de las Salinas , vegetación de Mesquite y arbustos ribereños (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista de aves de la guía del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Listado sistemático de la avifauna registrada en la selva baja caducifolia del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Listado de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011. Bosque tropical caducifolio, Bosque de Quercus.
<i>Accipiter cooperii</i>					✓	✓	
<i>Accipiter striatus</i>		✓	✓			✓	✓
<i>Actitis macularia</i>	✓	✓	✓				
<i>Aeronautas saxatalis</i>			✓			✓	✓
<i>Aimophila humeralis</i>	✓						
<i>Aimophila notosticta</i>	✓						✓
<i>Aimophila ruficauda</i>						✓	
<i>Aimophila ruficeps</i>	✓				✓		✓
<i>Amazilia beryllina</i>					✓		✓
<i>Amazilia violiceps</i>	✓	✓	✓			✓	✓
<i>Aphelocoma californica</i>			✓		✓		✓
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	✓			✓			
<i>Ara militaris</i>		✓				✓	✓
<i>Archilochus colubris</i>	✓					✓	✓
<i>Ardea alba</i>		✓					
<i>Ardea herodias</i>		✓					
<i>Arremonops rufivirgatus</i>			✓				
<i>Atlapetes pileatus</i>							✓
<i>Atthis heloisa</i>						✓	
<i>Attila spadiceus</i>		✓					
<i>Baeolophus wollweberi</i>			✓				✓
<i>Basileuterus rufifrons</i>		✓	✓		✓	✓	✓
<i>Bombicilia cedrorum</i>				✓			
<i>Bubo virginianus</i>		✓				✓	
<i>Bubulcus ibis</i>	✓				✓		
<i>Buteo albonotatus</i>		✓					

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Buteo jamaicensis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Buteo lineatus</i>							✓
<i>Buteo magnirostris</i>					✓		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	✓	✓				✓	✓
<i>Buteogallus urubitinga</i>						✓	
<i>Cairina moschata</i>		✓					
<i>Calocitta Formosa</i>	✓			✓			
<i>Calothorax Lucifer</i>	✓			✓			
<i>Calothorax pulcher</i>	✓					✓	
<i>Camptostoma imberbe</i>	✓	✓		✓		✓	✓
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	✓						✓
<i>Campylorhynchus jocosus</i>	✓		✓	✓	✓	✓	✓
<i>Caprimulgus ridgway</i>	✓	✓	✓			✓	
<i>Caracara cheriway</i>				✓			
<i>Cardellina canadensis</i>		✓					
<i>Cardellina pusilla</i>		✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Cardellina rubrifrons</i>							✓
<i>Carpodacus mexicanus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Cathartes aura</i>	✓	✓	✓		✓	✓	✓
<i>Catharus aurantiirostris</i>			✓				
<i>Catharus guttatus</i>			✓				✓
<i>Catherpes mexicanus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Ceryle alcyon</i>		✓					
<i>Ceryle torquata</i>		✓					
<i>Charadrius vociferus</i>	✓				✓		
<i>Chloroceryle Americana</i>		✓				✓	
<i>Chondestes grammacus</i>				✓	✓	✓	✓
<i>Chordeiles minor</i>						✓	
<i>Ciccaba virgata</i>			✓				
<i>Colaptes auratus</i>	✓	✓	✓	✓		✓	
<i>Colibri thalassinus</i>							✓
<i>Columba livia</i>	✓						
<i>Columbina inca</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Columbina passerina</i>	✓	✓		✓		✓	✓
<i>Columbina tapalcoti</i>						✓	
<i>Contopus pertinax</i>			✓				
<i>Contopus sordidulus</i>						✓	
<i>Contopus sp.</i>			✓				
<i>Contopus virens</i>					✓		✓
<i>Coragyps atratus</i>	✓	✓	✓		✓	✓	✓
<i>Corvus corax</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Crotophaga sulcirostris</i>		✓					
<i>Cyanocitta stelleri</i>							✓
<i>Cyanocompsa parellina</i>						✓	✓
<i>Cyananthus latirostris</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Cyananthus sordidus</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Dryocopus lineatus</i>			✓				
<i>Egretta caerulea</i>		✓					
<i>Elanus leucurus</i>						✓	
<i>Empidonax albigularis</i>		✓	✓			✓	
<i>Empidonax difficilis</i>		✓	✓			✓	
<i>Empidonax minimus</i>				✓		✓	
<i>Empidonax oberholseri</i>	✓						
<i>Empidonax occidentalis</i>				✓	✓	✓	✓
<i>Empidonax wrightii</i>	✓						✓
<i>Eugenes fulgens</i>					✓		✓
<i>Euphonia hirundinacea</i>		✓				✓	
<i>Falco peregrinus</i>	✓					✓	✓
<i>Falco sparverius</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Geococcyx velox</i>	✓	✓	✓	✓		✓	
<i>Geothlypis tolmiei</i>		✓	✓	✓			✓
<i>Geothlypis trichas</i>		✓				✓	
<i>Glaucidium brasilianum</i>	✓	✓	✓	✓		✓	
<i>Granatellus sp.</i>						✓	
<i>Guiraca caerulea</i>	✓						
<i>Herpetotheres cachinnans</i>						✓	
<i>Himantopus mexicanus</i>	✓						

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Hirundo rustica</i>	✓				✓		
<i>Hylocharis leucotis</i>					✓		✓
<i>Icterus bullockii</i>				✓	✓		✓
<i>Icterus cucullatus</i>	✓			✓			
<i>Icterus galbula</i>						✓	✓
<i>Icterus graduacauda</i>							✓
<i>Icterus parisorum</i>	✓						✓
<i>Icterus pustulatus</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Icterus spurius</i>				✓			✓
<i>Icterus wagleri</i>	✓		✓	✓		✓	✓
<i>Junco phaeonotus</i>							✓
<i>Lampornis clemenciae</i>				✓		✓	✓
<i>Lamprolaima rhami</i>							✓
<i>Lanio aurantius</i>							✓
<i>Lanius ludovicianus</i>	✓			✓		✓	
<i>Lepidocolaptes affinis</i>			✓				✓
<i>Leptotila verreauxi</i>		✓	✓			✓	✓
<i>Megarynchus pitangua</i>		✓					
<i>Melanerpes aurifrons</i>				✓			
<i>Melanerpes formicivorus</i>			✓		✓		
<i>Melanerpes hypopolius</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Melanotis caerulescens</i>			✓		✓		✓
<i>Melospiza lincolni</i>			✓				
<i>Melospiza albicollis</i>			✓				✓
<i>Melospiza fusca</i>					✓		✓
<i>Melospiza kieneri</i>		✓	✓				✓
<i>Micrathene whitneyi</i>	✓	✓					
<i>Mimus polyglottos</i>	✓	✓		✓		✓	
<i>Mniotilta varia</i>		✓	✓	✓	✓		✓
<i>Molothrus aeneus</i>	✓			✓		✓	✓
<i>Momotus mexicanus</i>	✓	✓	✓		✓	✓	
<i>Myadestes occidentalis</i>			✓		✓		✓
<i>Myiarchus cinerascens</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Myiarchus nuttingi</i>		✓				✓	

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	✓			✓		✓	✓
<i>Myioborus miniatus</i>							✓
<i>Myioborus pictus</i>							✓
<i>Myodynastes luteiventris</i>						✓	
<i>Myiozetetes similis</i>		✓	✓	✓		✓	✓
<i>Nycticorax nycticorax</i>					✓		
<i>Nyctidromus albicollis</i>	✓						
<i>Oreothlypis celata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Oreothlypis superciliosa</i>			✓		✓		✓
<i>Ortalis poliocephala</i>	✓	✓	✓			✓	✓
<i>Pachyramphus aglaiae</i>		✓				✓	✓
<i>Parabuteo unicinctus</i>		✓		✓			✓
<i>Passer domesticus</i>		✓			✓		
<i>Passerina amoena</i>			✓				
<i>Passerina caerulea</i>		✓	✓		✓	✓	
<i>Passerina ciris</i>		✓		✓		✓	
<i>Passerina cyanea</i>			✓	✓		✓	
<i>Passerina versicolor</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Patagioenas fasciata</i>			✓				✓
<i>Peucaea mystacalis</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Phainopepla nitens</i>	✓			✓	✓		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		✓					
<i>Pheucticus chrysopleus</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Pheucticus ludovicianus</i>							✓
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	✓	✓	✓		✓	✓	✓
<i>Piaya Cayana</i>		✓	✓	✓		✓	✓
<i>Picoides scalaris</i>	✓			✓	✓	✓	✓
<i>Pipilo albicollis</i>	✓					✓	
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>			✓				✓
<i>Pipilo maculatus</i>					✓		
<i>Piranga bidentata</i>							✓
<i>Piranga flava</i>		✓	✓		✓		✓

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Piranga ludoviciana</i>					✓	✓	✓
<i>Piranga rubra</i>		✓			✓	✓	✓
<i>Pitangus sulphuratus</i>		✓		✓		✓	
<i>Polioptila albiloris</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Polioptila caerulea</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Polioptila melanura</i>				✓			
<i>Polioptila nigriceps</i>				✓			
<i>Progne chalybea?</i>		✓					
<i>Psaltriparus minimus</i>			✓		✓	✓	✓
<i>Ptilogonys cinereus</i>			✓	✓	✓	✓	✓
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	✓		✓		✓	✓	✓
<i>Quai sp.</i>			✓				
<i>Quiscalus mexicanus</i>	✓				✓		✓
<i>Rallus elegans</i>		✓					
<i>Regulus calendula</i>	✓		✓	✓		✓	✓
<i>Regulus satrapa</i>					✓		
<i>Riparia riparia</i>					✓		
<i>Salpinctes obsoletus</i>	✓			✓			
<i>Sayornis nigricans</i>	✓	✓	✓	✓		✓	
<i>Sayornis phoebe</i>	✓						
<i>Sayornis saya</i>				✓			✓
<i>Seiurus noveboracensis</i>						✓	
<i>Seiurus motacilla</i>		✓				✓	
<i>Setophaga (coronata) auduboni</i>			✓				
<i>Setophaga americana</i>							✓
<i>Setophaga citrina</i>		✓					
<i>Setophaga coronata</i>	✓		✓	✓	✓	✓	✓
<i>Setophaga fusca</i>					✓		
<i>Setophaga graciae</i>							
<i>Setophaga magnolia</i>		✓					
<i>Setophaga nigrescens</i>		✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Setophaga occidentalis</i>			✓		✓		✓
<i>Setophaga palmarum</i>						✓	
<i>Setophaga pitiayumi</i>	✓	✓					✓

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Setophaga townsendi</i>			✓		✓		✓
<i>Setophaga virens</i>		✓	✓	✓			✓
<i>Sialia sialis</i>							✓
<i>Spinus psaltria</i>	✓		✓	✓	✓		✓
<i>Spizaetus ornatus</i>		✓					
<i>Spizella atrogularis</i>					✓		✓
<i>Spizella pallida</i>			✓				✓
<i>Spizella passerina</i>			✓	✓	✓		✓
<i>Sporophila torqueola</i>				✓	✓		
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	✓			✓			
<i>Sturnus vulgaris</i>					✓		
<i>Tachycineta albilinea</i>		✓					
<i>Tachycineta bicolor</i>							
<i>Tachycineta thalassina</i>	✓	✓			✓		✓
<i>Thraupis abbas</i>						✓	✓
<i>Thraupis episcopus</i>						✓	✓
<i>Thryomanes bewickii</i>	✓		✓	✓	✓		✓
<i>Thryothorus felix</i>		✓	✓				
<i>Thryothorus pleurostictus</i>			✓			✓	
<i>Tiaris olivacea</i>		✓					✓
<i>Toxostoma curvirostre</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Toxostoma ocellatum</i>	✓		✓		✓		
<i>Troglodytes aedon</i>		✓	✓	✓			✓
<i>Trogon elegans</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓
<i>Turdus assimilis</i>			✓				✓
<i>Turdus grayi</i>		✓	✓			✓	✓
<i>Turdus migratorius</i>		✓			✓		✓
<i>Turdus rufopalliatus</i>		✓	✓		✓	✓	✓
<i>Tyrannus crassirostris</i>	✓	✓	✓			✓	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Tyrannus verticalis</i>	✓			✓		✓	
<i>Tyrannus vociferans</i>				✓	✓	✓	✓
<i>Tyto alba</i>						✓	

Anexo 5: continuación

Lista de especies	Lista del Valle de Tehuacán, Puebla. (Arizmendi y Espinoza de los monteros, 1996).	Avifauna Santiago Quiotepec, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Avifauna Río Tomellín, Oaxaca, (Townsend <i>et al.</i> , 2003).	Lista de aves del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Arizmendi <i>et al.</i> , 2008).	Lista del Bosque de encino de la ciudad de Puebla (Pineda, M. R. Mendoza y F. Jiménez, 2009).	Lista del cañón del Sabino, Santa María Tecomavaca, Oaxaca. (Vázquez <i>et al.</i> , 2009).	Lista de San Juan Coyula, Oaxaca, 2011.
<i>Vermivora crissalis</i>						✓	
<i>Vermivora luciae</i>		✓					
<i>Vermivora virginiae</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Vireo brevipennis</i>	✓						✓
<i>Vireo gilvus</i>	✓	✓	✓	✓			✓
<i>Vireo griseus</i>	✓	✓					
<i>Vireo huttoni</i>						✓	
<i>Vireo hypochryseus</i>		✓				✓	
<i>Vireo nelsoni</i>	✓						✓
<i>Vireo olivaceus</i>							✓
<i>Vireo plumbeus</i>							✓
<i>Vireo solitarius</i>		✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Volantinia jacarina</i>		✓					
<i>Xenotriccus mexicanus</i>					✓	✓	✓
<i>Zenaida asiatica</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Zenaida macroura</i>					✓	✓	✓

