UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR

DIVISIÓN DE DESARROLLO REGIONAL

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES



"Factores espacio-temporales que influyen en la composición y abundancia de aves del Nevado de Colima, Jalisco".

Tesis presentada como requisito parcial

Presentado por

BIÓL. ALFONSO LANGLE FLORES

Como requisito parcial para obtener titulo de Maestro en Ciencias.

AUTLÁN DE NAVARRO, JALISCO

MARZO DE 2009

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

10 de marzo de 2009, Autlán de Navarro, Jalisco

A quien corresponda:

Por este conducto el titular de la tesis "Factores espacio-temporales que influyen en la

composición y abundancia de aves terrestres en el Nevado de Colima, Jalisco", declara que el

contenido de la misma representa un documento inédito y original por lo que cumple con los

términos de originalidad a los que se hace mención en el Reglamento General de Titulación de

la Universidad de Guadalajara.

Biólogo Alfonso Langle Flores

Código 699007095

2

ii.AGRADECIMIENTOS

La elaboración de esta tesis me ha conducido por tres países México, Estados Unidos y Colombia. En los tres años de preparación de este manuscrito, he recibido ayuda en diversas formas de cientos de amigos, familiares y conocidos, a todos ellos deseo manifestar mis más sinceros agradecimientos.

Al Dr. Eduardo Santana Castellón, por haber aceptado con el mayor interés la dirección del trabajo, al Dr. Ramón Cuevas Guzmán y al Dr. Ignacio Iñiguez Dávalos por su interés y facilidades brindadas en la realización de este estudio. También hago notar mi agradecimiento a los empleadores y donantes que durante estos tres años financiaron mis estudios de posgrado: Comisión Federal de Electricidad; Agencia para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos; Dr. Roberto Maciel Flores; Villa de los Niños de María A. C.; Dr. Eduardo Santana Castellón; Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la Universidad de Guadalajara-CUCSUR; Biol. Alejandro Pérez Nájera de Espacio Cuatro, M.C. Luis Ortiz Catedral, Ing. José Luis Cornejo Yañez, Martina Goegelmann, E. Biol. Roberto Dávila Orozco, M.C. Alejandra Guerrero Léon y Dr. Joaquín Alfonso Langle Gómez.

La bióloga Eugenia María Barba Robert colaboró activamente en todo el trabajo de campo y fue fundamental para el éxito de esta empresa. Agradezco muy especialmente a los tres coordinadores de campo de la estación MOSI Neva: Biól. Verónica Zamora, Francisco Javier León González y Amanda Reyes Magallanes por sus excelentes capacidades de organización de los voluntarios. Así como al Lic. Felipe Güitrón y al Ing.Marco Santana Barba por transportar cada mes a los voluntarios de la Estáción MOSI Neva y por las facilidades logísticas que proporcionaron al proyecto. Al Ejido Rancho Viejo, del municipio de San Gabriel, Jalsico y al Sr.Agustin Casillas por permitirnos utilizar parte de su propiedad para monitorear mensualmente las aves.

Manifiesto mi agradecimiento a los entusiastas voluntarios de la Estación MOSI Neva: Cristian García Gonzalez, Cristina Contreras Meda., Paola López Nepote, Sarahy Quintero Fabián, Diego Gutiérrez Valladolid, Rosario Aceves, Juan Fernando Escobar Ibañez, Elisa Maya Elizarrarás, David Angel Calvillo Cortés, Cinthya Segura Trujillo, Joshua Cronlund, Erika Velazco Cholico, Carlos Alaníz Fabián, Margarita Ayón Ruiz, Tanya Chávez Peregrina, Guillermo Dávila Orozco, Gerardo Lara Gómez, Aracely Fernández Torres, Judith Teodora Pampa, Analí Escobar Ibañez, Juan Órnelas Álvarez, Erik Adrián Peñaloza Padilla, Luisa Gabriela Núñez García, Erika Gabriela Orozco, Miriam Mujica Pastrana, Noemí Villalpando Navarrete, Yolanda Marcela Celis Pacheco, Linamán Sánchez Melo, Eloy Padilla Velarde, Carmen Gómez Lozano, Sebastián Gómez Petersen y Mario Alberto Campos Camacho.

A la Biol. Socorro Vargas Jaramillo e Ing. Paulina Llamas Casillas por su participación en el muestreo de vegetación. A los taxónomos vegetales Dr. Ramón Cuevas Guzmán, M.C. Francisco Santana Michel y M.C. Luis Guzmán Hernández del Herbario Zea, CUCSUR-Universidad de Guadalajara; M.C. Mollie Harker del Herbario IBUG y M.C. Eloy Padilla Velarde del INIFAP por la determinación de las plantas. Así como al Maestro Enrique Jardel Peláez por el préstamo de equipo para el muestreo de la estructura de la vegetación.

El Dr. James Saracco y Peter Pyle del Instituto de Poblaciones de Aves, y los coordinadores de MOSI México Biol. Claudia Romo de Vivar y Dr. José Luis Alcántara, facilitaron recursos financieros, logísticos y materiales al equipo de Mosi Neva durante estos tres primeros años. La Dirección General de Vida Silvestre, Manuel Grosselet y M.C. Sarahy Contreras Martínez me suministraron amablemente anillos para aves y colibríes. Birders Exchange y Parks Flight donaron equipo de campo para la investigación. El Biólogo José Villa Castillo, director del Parque Nacional Nevado de Colima y el Patronato del Volcán Nevado de Colima Cuencas Adyacentes A. C. han prestado apoyo financiero y material al proyecto. A Ana Elena Goméz por su generosa preparación para el exámen TOEFL-IBT. Al Dr. Paul Zedler, Carol Enseki, David Blysma, Dr.Stanley Temple, John Cary, Pedro Camilo Alcántara, Dr. Cecile Ané, Perla Reyes y Elsa Althen, por eniquecer y facilitar mi estancia en la Universidad de Wisconsin-Madison. Theresse Maliskche, Joshua Brown, Rachel Hart, Martin Ruiz, Jeremy Webber hicieron más agradable mi estancia en Madison, Wisconsin. A Valerie Mayman del servicio de préstamo interbibliotecario de la Universidad de McGill por el acceso a fuentes de

información. Pilar Ibarra López, José María Michel, María Magdalena Ramírez, Isabel Gómez y Leonel Iglesias simplificaron mi estancia en Autlán de la Grana, Jalsico

A Josep Rost Bagudanch, Irma Ruan Tejeda, Pilar Ibarra López, Mabel Torres Torres y Salvador Velázquez Magaña por aportar valiosos comentarios y sugerencias para mejorar los análisis estadísticos y la redacción de este manuscrito. A mis amigos de Guadalajara, Jalisco y Bogotá, Colombia, quienes me apoyaron incondicionalmente en estos tiempos de revuelta, Alejandro Pérez Najerá, Guillermo Dávila Orozco, Alberto Carbajal López, Laura Gómez Carretelli (†), Eduardo José Langle Gómez (†), Oscar Castro especialmente manifiesto mi agradecimiento a Lupita Ochoa Melgarejo, Carlos Langle Gómez, Paola Torres, Yolanda Olinde Pacheco, Marcela Celis Pacheco y Carlos Celis Pacheco, Noemí Dávila Orozco y Dr. Laura Guzmán Dávalos por su hospitalidad.

Al Dr. Alfonso Joaquín Langle Gómez, mi papá, Yolanda Flores Luna, mi mamá y Miguel Angel Langle Flores, mi hermano, por su generosa ayuda en esta etapa. Así como a mis amigos de León, Guanajuato que con sus cartas y visitas me manifestaron su apoyo: Sofía Martínez Malacara, Jean Pozo Martin, Laura Cristina Márquez Alcalá y Juan Manuel Gasca Obregón. Por último deseo agradecer a Mabel, Fernando Tonatiuh y Luna por compartir esta travesia internacional.

iii. DEDICATORIA

A mi hijo Fernando Tonatiuh

"Factores espacio-temporales que influyen en la composición y abundancia de aves del Nevado de Colima, Jalisco".

Biól. Alfonso Langle Flores

RESUMEN

Se caracterizó la avifauna de un bosque de oyamel perturbado en el Volcán Nevado de Colima, Jalisco, mediante 22 muestreos mensuales, realizados consecutivamente de enero de 2006 a abril de 2007 y de noviembre de 2007 a abril de 2008, durante este periodo se lograron 5,911 capturas de aves con un esfuerzo de muestreo de 3,956 horas red; generadas con diez redes de 12 x 2 m en un área de cinco hectáreas. Se registraron 78 especies, pertenecientes a 53 géneros y 18 familias. 35 especies de aves fueron migratorias de larga distancia, 20 fueron migratorias locales, 20 fueron residentes permanentes, dos fueron residentes permanentes-migratorias de larga distancia, y una fue residente permanente-migratoria local. Otras 27 especies adicionales fueron vistas o escuchadas, registrando un total de 105 especies. La mayor riqueza y abundancia estacional (302 capturas/100 horas red) se presentó en el mes de abril de 2006. Se observaron diferencias significativas en la distribución de las especies de aves entre las diez redes según la estructura y composición de la vegetación en las inmediaciones de cada red. El ánalisis de ordenación reconoció dos grupos de aves con usos de hábitat muy marcados, el primero formado por especies migratorias neotropicales de larga distancia Melospiza lincolnii, Vermivora ruficapilla, Selasphorus rufus, Regulus calendula, Vermivora celata y Pheuticus melanocephalus, que se distribuyen en sitios con mayor cobertura de hierbas y con menor porcentaje de cobertura del dosel. El segundo grupo compuesto por especies residentes Basileuterus belli, Ergaticus ruber, Eugenes fulgens y Myioborus miniatus que presentaron sus mayores valores de abundancia en los sitios donde la altura de arbustos y cobertura del dosel es mayor. También se encontraron correlaciones negativas entre la abundancia de aves migratorias y la densidad de árboles, así como entre el porcentaje de cobertura del dosel y la abundancia de aves migratorias. El 60% de las capturas de Pipilo ocai y Vermivora ruficapilla se realizaron en las redes colocadas en el borde de bosque. Durante el invierno los hábitat de bosques montanos perturbados del Nevado de Colima albergan poblaciones muy importantes de aves migratorias de larga distancia.

iv.TABLA DE CONTENIDO

Resumen	3
I.INTRODUCCIÓN	12
ANTECEDENTES	13
Patrones de diversidad y endemismo de las aves en las zonas montañosas	13
Avifauna del Nevado de Colima	14
Factores ecológicos	15
	17
Factores espaciales	18
Factores temporales	18
Importancia del Nevado de Colima como Área Natural Protegida	21
	21
,	22
	24
	25
,	26
,	26
	30
Muestreo de la estructura y composición del hábitat	33
	37
	39
Caracterización de la avifauna	39
Factores ecológicos del hábitat que influyen en la distribución de las aves	48
Abundancia estacional de la comunidad de aves.	65
Abundancia estacional de especies selectas.	69
VI.DISCUSIÓN	74
VII.CONCLUSIONES	87
	89
Apéndices	
•	100
Apéndice 2. Promedio mensual de las capturas de la Estación MOSI Neva Apéndice 3. Catálogo de especies de la flora vascular de la Estación MOSI	103

v.ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Estación MOSI Neva en el Volcán Nevado deColima
Figura 2. Distribución de las redes en la Estación MOSI Neva
Figura 3. Curva de acumulación de especies de acuerdo a las capturas y esfuerzo de
muestreo en horas-red
Figura 4. Número de especies capturadas por familia
Figura 5. Número de capturas por familia
Figura 6. Porcentaje de abundancia relativa de las diez especies de aves más
capturadas
Figura 7. Categorías de abundancia de las 78 especies capturadas con redes
Figura 8. Número de capturas según su codición migratoria y gremio trófico
Figura 9. Ciclo reproductivo bianual de <i>Diglossa baritula</i> , representado durante un
año, juntando todas las capturas de los 22 meses de estudio
Figura 10. Ordenación con la técnica de Ánalisis de Correspondencia Canónica
Figura 11. Correlación lineal entre la abundancia de aves migratorias de larga
distancia y la densidad de árboles
Figura 12. Correlación lineal entre la abundancia de aves migratorias de larga
distancia y el porcentaje de cobertura del dosel
Figura 13. Dendrograma de similitud de la composición de la avifauna en los diez
sitios de redes
Figura 14. Representación gráfica de los resultados del análisis de agrupamiento de
los sitios de redes con base en su composición avifaunística
Figura 15. Dendrograma de similitud de la composición de plantas vasculares en los
diez sitios de redes
Figura 16. Representación gráfica de los resultados del agrupamiento de sitios de
redes con base a su composición florística.
Figura 17. Ordenación de la avifauna por especie de acuerdo a su abundancia por
hábitat
Figura 18. Plano asimétrico de la ordenación de la avifauna incluyendo las tres
categorías de hábitat
Figura 19. Riqueza y abundancia estacional de la avifauna capturada con redes
Figura 20. Abundancia estacional de la avifauna capturada por gremio trófico
Figura 21. Abundancia estacional de la avifauna capturada por condición migratoria.
Figura 22. Abundancia estacional de <i>Selasphorus rufus</i> por sexo y edad
Figura 23. Abundancia estacional de <i>Vermivora celata</i> por sexo y edad
Figura 24. Promedio de individuos residentes de invierno y transitorios de
Vermivora celata durante los inviernos 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008
Figura 25. Abundancia estacional de <i>Hylocharis leucotis</i> por sexo y edad
Figura 26. Abundancia estacional de Colibrí thalassinus y Lampornis amethystinus.

vi. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Periodo de muestreo en horas-red de las 22 sesiones de monitoreo de aves
Cuadro 2. Porcentaje de especies capturadas según su condición migratoria
Cuadro 3. Porcentaje de especies capturadas por gremio trófico
Cuadro 4. Nuevos registros altitudinales para México de algunas especies que ocurren a 2,292 msnm
Cuadro 5. Abundancia y composición de las aves más capturadas en los sitios de redes.
Cuadro 6. Distribución de las redes en los tres tipos de hábitat de la Estación MOSI Neva.
Cuadro 7. Factores ambientales registrados en los diez sitios donde se colocaron las redes.
Cuadro 8. Valores de las variables estructurales de la vegetación en cada uno de los
diez sitios de redes
Cuadro 10. Coeficientes de correlación entre variables ambientales y los ejes del análisis de correspondencia canónica.
Cuadro 11. Coeficientes de correlación entre las especies de aves y los componentes del análisis de correspondencia simple.
Cuadro 12. Coeficientes de correlación entre los hábitats y los componentes del análisis de correspondencia simple
Cuadro 13. Porcentaje de individuos residentes de invierno y traúnsentes de <i>Vermivora celata</i>
Cuadro 14. Comparación de la riqueza avifaunística de la Estación MOSI NEVA con
otras regiones de montaña
nectarívoro-insectívoras entre la Estación MOSI NEVA y la ECLJ, Sierra de
Manantlán

I. INTRODUCCIÓN

La avifauna de las montañas del occidente de México se caracteriza por su extraordinaria riqueza, alto grado de endemismo y por el considerable porcentaje que representan las especies migratorias neotrópicales de larga distancia durante el invierno (Hutto, 1986; Stotz, 1999; Palomera-García *et al.*, 2007). En Jalisco se han registrado 554 de las 1,070 especies de aves presente en México, lo que representa el 51% de la avifauna en solo el 4% de la superficie del territorio nacional (Palomera-García *et al.*, 2007).

También en esta región están presentes casi la mitad de las especies de aves endémicas a la República Mexicana, pues ocurren 49 de un total de 101 especies. En este territorio ocurren géneros de distribución restringida como *Euptilotis*, *Deltarhynchus* y *Philortyx* (Palomera-García *et al.*, 2007; Peterson y Navarro, 2000). El alto grado de endemismo de la avifauna del occidente de México es producto principalmente de la convergencia de tres provincias físiográficas con la mayor proporción de aves endémicas a México: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur (Escalante *et al.*, 1993). Por estos atributos el occidente del país ha sido considerado como un centro de endemismo y de una prioridad crítica para establecer acciones de conservación de la avifauna (Peterson y Navarro, 2000).

El occidente de México también presenta la mayor concentración de aves migratorias neotrópicales de larga distancia del hemisferio norte. Numerosas especies de aves utilizan extensas zonas del territorio del estado de Jalisco para su residencia de invierno y de paso (Rich *et al.*, 2004). Durante el invierno algunas localidades de tierras bajas del occidente de México presentan densidades de aves más altas que otros territorios para pasar el invierno en el Neotrópico y África (Hutto, 1980). En esta época, las aves migratorias de larga distancia representan hasta 45% de la composición de las comunidades de aves terrestres y hasta el 55% de la abundancia en algunos hábitats del occidente de México (Hutto, 1980). Los estados de Jalisco, Nayarit y Colima son muy importantes para la sobrevivencia de 109 especies migratorias de larga distancia (Hutto, 1980).

Sin embargo, a pesar de su importancia mundial para la conservación de la avifauna, los ecosistemas de montaña del occidente de México enfrentan distintos procesos de perturbación antropogénica como cambios en el régimen de incendios forestales (Jardel *et al.*, 2006), cambios en la estructura y composición de la vegetación por aprovechamientos forestales, degradación del hábitat por ganadería extensiva (Hutto, 1980; Challenger, 1998), y vulnerabilidad emergente de algunas especies al cambio climático global (Peterson, 2001). En este contexto se realizó un estudio de casi dos años de duración en el macizo montañoso más alto del occidente de México, con el objetivo de caracterizar la avifauna y sus cambios estacionales en un ecosistema de montaña que muestra dinstintos grados de perturbación.

ANTECEDENTES

1.1 Patrones de diversidad y endemismo de las aves en las zonas montañosas

Los bosques neotrópicales de montaña contienen una mayor proporción de aves endémicas que las florestas de tierras bajas, ocasionado por el alto grado de especialización de su avifauna y sus estrechos rangos altitudinales de distribución. En los bosques montanos de México este patrón es consistente, puesto que la mayor riqueza de especies endémicas ocurre entre los 1,200 y los 3,000 metros de elevación (Stotz, 1999). Los gradientes altitudinales de las montañas crean condiciones de amplia heterogeneidad espacial, como consecuencia de la variabilidad de temperatura, humedad, radiación solar y exposición al viento (Hamilton y McMillan, 2004). Este escenario origina una multitud de hábitats en extensiones pequeñas y por lo tanto un fuerte recambio en la composición de especies (Stotz, 1999). Por ejemplo, en la cordillera andina del Perú ocurren tres zonas altitudinales donde el recambio de especies es mayor, entre los 700 y los 1,100 m; entre los 2,100 y los 2,600 m y por último a los 3,000 m. La diversidad de aves en dicho gradiente altitudinal es dominada por especies de tierras bajas hasta los 1,500 m, a partir de esta elevación la avifauna está compuesta de elementos estrictamente montanos (Stotz, 1999), pero la zonación altitudinal de la avifauna no está necesariamente asociada con la localización de los ecotonos (Terborgh, 1977, Patterson et al., 1998). Por consiguiente los patrones de diversidad de las aves en la zonas montañosas responden a una multiplicidad de factores como el hábitat, la competencia intraespecífica e

interespecífica, la productividad de recursos y factores físicos, entre otros (Terborgh, 1977). Uno de los patrones reconocidos en los bosques neotrópicales de montaña es la disminución de la diversidad de aves con la elevación (Terborgh, 1977; Stotz *et al.*, 1996). Si bien esto es producto de los cambios en las condiciones de hábitat; según señalan algunos autores esta relación es influida también por relaciones especies-área subyacentes; dada la forma cónica de las montañas, en las partes más altas existe una menor superfície y por tanto un menor número de especies (Rhabek, 1995). La temperatura también limita la diversidad de aves en los hábitats de alta montaña, principalmente durante el invierno (Root, 1988). Algunas especies montanas han desarrollado adaptaciones fisiológicas y de comportamiento para sortear esta variabilidad de condiciones físicas como la reducción de la pérdida de agua del huevo, el torpor y la migración altitudinal (Carey, 1980; Levey y Stiles, 1992; Calder y Contreras, 1995).

1.2 Avifauna del Nevado de Colima

Los esfuerzos para comprender la ecología de las aves del Nevado de Colima han sido discontinuos en las últimas cinco décadas. La avifauna de Colima y el sur de Jalisco, publicada en la decada de los sesentas, fue un estudio pionero en este territorio; dicha investigación incluía especímenes colectados en las faldas del Nevado de Colima y el Volcán de Fuego (Schaldach, 1963). Posterior a esta exploración se han publicado notas sobre la cotorra serrana occidental, *Rhynchopsitta pachyrhyncha* en el Nevado de Colima (Schnell *et al.*, 1974), estudios sobre la coexistencia entre colibríes residentes y migratorios en un gradiente altitudinal del Volcán de Fuego (DesGranges y Grant 1980), censos invernales para determinar la distribución invernal por hábitat de las aves migratorias neotropicales (Hutto, 1980), y estudios sobre selección de hábitat (Cody, 1981).

El anillamiento de aves en el Nevado de Colima inició con las investigaciones con colibríes de William Calder en 1990 (Calder y Calder, 1992) y fue continuado por el grupo de trabajo de Eduardo Santana, Sarahy Contreras y Jorge Schondube. Durante este lapso se investigó la biología de *Selasphorus platycercus, Selasphorus rufus* y *Vermivora celata* durante el invierno entre el Nevado de Colima y la Estación Científica Las Joyas (ECLJ), localizada en la Sierra de Manantlán (Calder y Contreras, 1995; Calder, 2006), así como los patrones migratorios de

Selasphorus rufus entre estas montañas del occidente de México (Schondube et al., 2005). Entre 1992 y 1997 las especies más caputuradas durante estos monitoreos invernales fueron Colibrí thalassinus, Hylocharis leucotis, Eugenes fulgens, Selasphorus platycercus y Selasphorus rufus (Calder y Contreras, 1995). Sarahy Contreras, Eduardo Santana y sus colaboradores generaron una lista de aves para el Parque Nacional Nevado de Colima de 176 especies, mismo que ha sido la base para evaluar el valor del Nevado de Colima como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) (S. Contreras, J. Schondube y E. Santana com. pers.; Arizmendi y Valdemar, 2000). Listados adicionales de aves también han sido generados por Sonia Navarro y colaboradores para el Estudio Técnico Justificativo del Área Protegida Parque Estatal Bosques Mesófilos Nevado de Colima (SEMADES, 2008). Los aficionados a las aves también han documentado sus registros de la avifauna para otras localidades del Nevado de Colima y el Volcán de Fuego (Morris y Buffa, 1996; Howell, 1999; Wauer, 1999). Por último, se ha documentado la presencia de 237 especies de aves para el Volcán de Fuego y el Nevado de Colima (Langle et al., 2006).

1.3. Factores que determinan la composición y abundancia de aves

1.3.1. Factores ecológicos

Para la fauna silvestre el término hábitat se considera como un conjunto definido de recursos y condiciones bióticas y abióticas; por ejemplo: alimento, agua, cobertura, temperatura, precipitación, presencia de depredadores y competidores. Estos elementos permiten y promueven la sobrevivencia y reproducción de la población de una especie en un área determinada (Morrison *et al.*, 1992). El hábitat se puede definir para usos específicos (hábitat de forrajeo, hábitat de reproducción, etc.) o por temporadas (hábitat de invierno, hábitat de verano).

La selección de hábitat se refiere a un proceso jerárquico de respuestas de comportamiento que podrían resultar en un uso desproporcionado de ciertos sitios que influyen en la sobrevivencia y el éxito reproductivo de los individuos (Hutto, 1985). Las características que utilizan las aves para elegir entre distintos hábitats pueden ser variadas y en la mayoria de los casos se

desconocen, pero para algunas especies estan relacionadas con la estructura de la vegetación, la composición florística, la densidad de competidores y el microclima, entre otros elementos. Estas variables influyen directamente en la disponibilidad de alimento, el riesgo de depredación, y la disponibilidad de sitios para anidar en la población de cada especie (James, 1971; Hutto, 1985; Block y Brennan, 1993). La estructura de la vegetación y su composición taxonómica son dos de los principales factores que definen donde y como las aves utilizan los recursos del hábitat (Block y Brennan, 1993).

La presencia de especies competidoras cercanamente emparentadas también modifica la selección de hábitat de las especies, como se ha documentado en los bosques tropicales amazónicos (Terborgh, 1985). Las especies parecidas seleccionan hábitats distintos como una estrategía evolutiva para disminuir las tasas de competencia interespecifica e intraespecifica; como consecuencia de ello, un mayor número de especies pueden coexistir en el mismo sitio que tiene varios tipos de hábitat (Rosenzweig, 1992). Las diferencias en las épocas de migración, en los patrones de actividad diurna y en las preferencias de alimento pueden ser estrategias para reducir la competencia entre las aves migratorias en los territorios para pasar el invierno (Berthold, 2001)

En el modelo conceptual de selección de hábitat las decisiones de primer orden de las aves migratorias de larga distancia, como la selección de la ruta migratoria y el territorio geográfico para pasar el invierno son innatas e inflexibles. En cambio las decisiones de segundo orden como el uso de cada hábitat y las de tercer orden como el uso del espacio dentro del hábitat están más influenciadas por otros factores, como puede ser la disponibilidad de alimento (Hutto,1985). En contraste para Berthold (2001) las aves migratorias de larga distancia tienen preferencias de hábitat precisas que son controladas por predilecciones innatas e impronta. Por ejemplo, en la estación de monitoreo del Lago Constanza, Alemania, las mismas especies mostraron una fuerte preferencia por los mismos hábitats durante 15 años consecutivos. La selección de hábitat está influenciada por factores visuales respaldados por una "concepción fija de hábitat" (Berthold, 2001). Esta concepción de hábitat permite a las aves migratorias de larga distancia elegir rápidamente un sitio acorde a sus características morfológicas y de locomoción durante la migración.

A partir del marco conceptual del nicho ecológico como espacio multidimensional, y de la herramienta del análisis multivariado podemos tratar de disgregar el efecto de diversos factores estructurales del hábitat en la preferencia de cada uno de los miembros de la comunidad (Block y Brennan, 1993). Sin embargo, el éxito siempre será limitado, ya que la definición de los factores a estudiar es producto de la intuición o percepción del investigador, y no necesariamente corresponde a los criterios que realmente utilizan las aves.

1.3.2. Perturbaciones ecológicas

La perturbación es un evento relativamente discreto en el tiempo que cambia recursos, disponibilidad de sustratos o el ambiente físico general y con ello modifica la estructura de la población, comunidad o ecosistema (Pickett y White, 1985). En este fenómeno, ya sea natural u ocasionado directa o indirectamente por el ser humano, generalmente la perturbación ecológica incrementa la diversidad alfa y beta al crear un mosaico de hábitats, y repercute directamente en la calidad y selección del hábitat por la avifauna (Anglestam, 1998; Brawn *et al.*, 2001).

Numerosos estudios versan acerca de los efectos de distintos tipos de perturbaciones sobre las comunidades de aves, como el fuego, inundaciones y los aprovechamientos forestales (Brawn *et al.*, 2001). Aunque la pérdida de hábitat es la amenaza más directa a la diversidad de aves (Challenger, 1998), un número significativo de especies están asociadas con los nuevos entornos creados por las diversas formas de perturbación. La frecuencia y la intensidad de la perturbación ecológica son factores que determinan la presencia de hábitats que mantienen la diversidad de aves terrestres (Brawn *et al.*, 2001). En el occidente de México diversos estudios han documentado la importancia de los sitios con niveles intermedios de perturbación para sostener numerosas especies de aves migratorias (Hutto, 1980; Hutto, 1989; Feinsinger *et al.*, 1988; Contreras y Santana, 1995; Santana 2000).

1.3.3. Factores espaciales

A nivel del paisaje o a escala regional existen otros factores que influyen en la distribución y abundancia de las aves, producto de procesos de selección de hábitat y de interacciones ecológicas. Elementos como el tamaño de los parches de vegetación y su forma, la distribución de los mismos en el contexto de la matriz paisajística, los tipos y grados de conectividad entre los distintos parches, y los procesos como el efecto de borde y la movilidad producto de estas características espaciales que afectan directa e indirectamente a las especies, constituyen características de "hábitat" de nivel superior que son actualmente reconocidas como importantes pues afectan directa o indirectamente a las especies (Brawn *et al.*, 2001).

1.3.4. Factores temporales

Las aves al igual que el resto de los seres vivos, están influenciadas por dos ciclos geofísicos principales: la periodicidad diurna (el día y la noche) y la periodicidad anual (las estaciones del año). La migración es un comportamiento adaptativo de las aves para hacer frente a los cambios ambientales producidos por estos ciclos estacionales (Berthold, 2001). En términos generales, las aves terrestres neotrópicales realizan dos tipos de desplazamientos: migraciones de larga distancia y migraciones locales. Las migraciones de larga distancia son desplazamientos estacionales regulares entre los territorios de reproducción y los territorios para pasar el invierno. En el hemisferio norte las aves migratorias neotrópicales viajan largas distancias al norte hasta llegar a latitudes donde los días son más largos y existe una mayor productividad primaria, permitiéndoles contar con mejores recursos para criar exitosamente un mayor número de pichones. Al iniciar el invierno, estas aves se trasladan al sur donde tienen mayores probabilidades de sobrevivir. Generalmente se asocia a las aves con la región donde nacen; sin embargo, muchas especies de aves migratorias de larga distancia permanecen la mayor parte de su vida (hasta ocho meses cada año) en las zonas donde pasan el invierno (Santana, 2000; Berthold, 2001). La migración de larga distancia también es una estrategia para resolver el problema de lograr un balance energético estacional. En las tierras nórdicas de reproducción las aves migratorias neotrópicales encuentran varias ventajas: territorios más grandes, días más largos, escasa competencia interespecífica y abundancia de alimento. Estas

características les proveen a las aves de mayores recursos energéticos en comparación a los que pudieran adquirir si permanecieran durante todo el año en el Neotrópico (Rappole, 1995; Calder y Contreras, 1995). Lograr un balance energético positivo es el primer requisito para la sobrevivencia de los potenciales padres en la siguiente época reproductiva y para producir la próxima generación. El lograr una ventaja biológica al tener acceso a mayores recursos durante la temporada reproductiva supera los riesgos que implica la larga migración entre las áreas de reproducción y las áreas para pasar el invierno, que ádemas implica diferentes condiciones ambientales, como lidiar con distintos competidores y depredadores en cada territorio (Calder y Contreras, 1995; Levey y Stiles, 1992).

El uso de hábitat puede variar en el tiempo y durante el transcurso de la migración algunas aves neotropicales migratorias de larga distancia cambian su uso de hábitat de una estación del año a otra. Por ejemplo, las aves insectívoras del sureste de Arizona durante su migración hacia el norte (primavera) utilizan los hábitats del desierto; en contraste, en su migración hacia el sur (otoño) utilizan los bosques de pino-abetos en las partes más altas de las montañas. La razón fundamental de este cambio de hábitat es la disponibilidad estacional de insectos (Hutto, 1992).

Las aves residentes realizan migraciones locales que son desplazamientos sincrónicos con la floración y fructificación de las plantas, que permiten a las aves nectarívoras y frugívoras hacer frente a la alta variación espacial y temporal de sus recursos alimenticios (Loiselle y Blake, 1991; Levey y Stiles, 1992; Órnelas y Arizmendi, 1995). La migración altitudinal es una variante de la migración local que se presenta en las zonas montañosas. En las comunidades de aves de los ambientes montanos de Costa Rica los migrantes altitudinales conforman hasta el 30% de los individuos y de la composición de especies (Loiselle y Blake, 1991). En los bosques montanos neotrópicales los regímenes de precipitación y sus cambios estacionales definen la fenología de las plantas. Esta disponibilidad de recursos (distribución, abundancia y variaciones periódicas) a su vez modula la fenología de las aves, e influye directamente en sus movimientos locales, épocas de reproducción y muda (Loiselle y Blake, 1991).

En el Neotrópico la mayoría de las aves residentes se reproducen y mudan al final de la temporada seca y al inicio de la época de lluvias cuando la abundancia de insectos y la producción de frutos es mayor (Loiselle y Blake, 1991; Schondube *et al.*, 2003). En Cerro de la Muerte, Costa Rica el pico de la producción de flores con síndrome de colibrí (flores con corolas tubulares estrechas y de color rojo) sucede en la temporada seca (de febrero a marzo) y coincide con una mayor abundancia de los colíbries *Eugenes fulgens y Colibri thalassinus* (Wolf *et al.*, 1976). En La Selva, Costa Rica, la mayor producción de frutos maduros (moras) por plantas del sotobosque pertenecientes a las familias Melastomatácea y Rubiácea acontece de enero a marzo, que es cuando ocurre la mayor abundancia de especies árboreas frugívoras y frugívoras-insectívoras (Loiselle y Blake, 1991).

En el occidente de México, los patrones de precipitación definen en gran parte la fenología que se observa en la flora y la fauna. En la Estación Científica Las Joyas, en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, ocurren dos períodos de producción de flores, el primero al final de la época de lluvias, de julio a agosto; en esta época florecen *Crucea coccinea, Fuchsia encliandra, Fuchsia fulgens* y *Bomarea hirtella*, y el segundo durante la época seca, de enero a abril cuando florecen principalmente *Salvia iodantha* y *Salvia mexicana* (Arizmendi; 2001, Schondube, *et al.*, 2003); diferentes especies nectarívoras aprovechan estos recursos para iniciar su reproducción en estas temporadas.

También durante la estación seca, de noviembre a marzo, en el Volcán de Fuego, Colima, ocurre el mayor número de especies en flor y la mayor disponibilidad de néctar estacional; estas condiciones definen la presencia o ausencia de colibríes (DesGranges y Grant, 1980). El occidente de México es una zona de invernación importante para las especies nectarívoras que migran largas distancias, ya que aprovechan el pico de floración que ocurre en la época seca invernal en las montañas de la Sierra Madre Occidental y del Eje Neovolcánico Transversal (Schondube *et al.*, 2005).

1.4. Importancia del Nevado de Colima como Área Natural Protegida

El Parque Nacional "Volcán Nevado de Colima" (PNVNC) es un área natural protegida de 6,554.75 hectáreas, localizada en las cumbres de la Sierra de los Volcanes, en el límite de los estados de Jalisco y Colima. La Sierra de los Volcanes es una cadena montañosa formada por tres volcanes con orientación norte—sur: Cántaro, Nevado de Colima y Fuego. Los tres volcanes son producto de una cámara magmática cuyas erupciones de alta energía culminaron con el colapso de los edificios volcánicos (Rodríguez-Elizarrarás, 1995). El Volcán Colima en los últimos 400 años ha presentado 43 erupciones. Es considerado uno de los dieciséis "volcanes de la década" por la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra. Además, el volcán Nevado de Colima con sus 4,270 metros es la cuarta elevación más alta de México (Macias, 2005).

1.5 El programa de monitoreo de aves MOSI

Este estudio forma parte del Programa de Monitoreo de Sobrevivencia Invernal (MOSI por sus siglas en español) del Instituto de Poblaciones de Aves, que ha promovido unas 118 estaciones de monitoreo MOSI en México, Centróamerica y el Caribe (DeSante *et al.*, 2006). Los datos aquí presentados forman parte del inicio de una nueva estación MOSI, que se le denominó Estación MOSI Neva. La Estación MOSI Neva es coordinada por el autor de esta tesis y la Bióloga Eugenia María Barba Robert.

JUSTIFICACIÓN

La región del Nevado de Colima cuenta con inventarios de su avifauna (Schaldach, 1963; Howell, 1999, Arizmendi *et al.*, 2000; Contreras, Schondube y Santana, inédito; Gómez de Silva, 2006; SEMADES, 2008), con estudios de competencia entre colibríes (DesGranges, 1980), con investigaciones sobre la biología de especies migratorias durante el invierno (Calder y Contreras, 1995), y sobre biología de *Selasphorus rufus* (Schondube *et al.*, 2005). Para el Nevado de Colima y el Volcán Colima únicamente existe un estudio previo que vincula el hábitat con las aves (DesGranges y Grant, 1980). El presente estudio generará información específica sobre los cambios estacionales y la asociación entre la estructura y composición de la vegetación con las especies de aves residentes y migratorias. Contar con información de la distribución invernal por hábitat de estas especies con tendencias poblacionales negativas en las montañas del Neotrópico es muy importante para lograr su conservación a escalas local, nacional y continental, dado que algunas de las especies migratorias de larga distancia que pasan el invierno en el Nevado de Colima enfrentan una disminución poblacional en Ámerica del Norte en las últimas tres décadas (Terborgh, 1989; Rich *et al.*, 2004).

El conocimiento sobre los elementos esenciales de los hábitats del Nevado de Colima y cuando estos son importantes para las aves, es indispensable para sustentar las acciones de manejo de hábitat para su conservación y aprovechamiento. Ya que cada organismo tiene requerimientos de hábitat específicos, y a lo largo de su ciclo de vida pueden variar los recursos que requiere y utiliza en el tiempo y espacio (Hutto, 1985a; Hutto, 1989). El conocimiento detallado de cuales especies de aves del Nevado de Colima realizan desplazamientos locales y en qué periodos, también ayudará a determinar cuales son sus requerimientos estacionales de hábitat en el gradiente altitudinal de la montaña (Loiselle y Blake, 1991; Órnelas y Arizmendi, 1995).

Este estudio constituirá la línea base de conocimiento sobre la ecología de la avifauna del Nevado de Colima que contribuirá a definir estrategias de manejo del hábitat para el mantenimiento de las poblaciones de aves silvestres en el Parque Nacional Volcán Nevado de

Colima y su área de influencia. La información aquí presentada contribuirá con conocimientos científicos sólidos a la propuesta de incrementar la superficie del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima para proteger el gradiente de hábitats de la montaña, utilizados temporalmente por las especies migratorias locales y de larga distancia (SEMADES, 2008). El presente estudio será ádemas la primera sistematización formal del conocimiento generado durante tres inviernos en la Estación del Programa de Monitoreo de Sobrevivencia Invernal (MOSI) de aves terrestres, conocida como "Estación MOSI Neva".

III.OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la avifauna de un paisaje boscoso perturbado de alta montaña, y describir sus cambios estacionales y los factores de la vegetación que influyen en su presencia en un tipo de hábitat particular.

3.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- I. Caracterizar la comunidad de aves de un bosque montano perturbado.
- II. Evaluar el efecto de las condiciones de sitio (composición florística, estructura de la vegetación y perturbación) sobre la distribución de las aves en el predio "El Llanito Largo", Nevado de Colima.
- III. Describir la dinámica estacional de la comunidad de aves en el paisaje de montaña.
- IV. Analizar la dinámica estacional de las especies seleccionadas por su abundancia y representatividad: *Vermivora celata, Selasphorus rufus, Hylocharis leucotis, Colibrí thalassinus y Lampornis amethystinus*.
- V. Iniciar un programa de monitoreo y anillamiento de aves terrestres a largo plazo.
- VI. Proveer elementos para el manejo de hábitat con fines de conservación y aprovechamiento de la avifauna del Nevado de Colima.

HIPÓTESIS

El trabajo de investigación se desarrolla bajo las siguientes hipótesis:

- Las especies de aves residentes y migratorias muestran respuestas númericas a las fluctuaciones de la precipitación pluvial y a la disponibilidad de recursos.
- La presencia y abundancia de especies de aves en zonas montañosas perturbadas están asociadas a la estructura y composición de la vegetación.

Las hipótesis de trabajo son bastante generales por ser este un estudio descriptivo, diseñado para generar información general y buscar, mediante análisis exploratorios, correlaciones entre los elementos de la comunidad de aves y las variables ambientales. Este trabajo contribuirá a generar hipótesis y preguntas más específicas en una etapa posterior.

IV. METÓDO

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1. Ubicación

La zona de estudio es llamada Estación MOSI Neva, por pertenecer al programa de estaciones de Monitoreo de Sobrevivencia Invernal de aves migratorias de larga distancia (MOSI). Dicha estación esta ubicada en el predio "El Llanito Largo" (Figura 1), municipio de San Gabriel, Jalisco, a 3 km de distancia de la carretera estatal número 428, Ciudad Guzmán – El Grullo, en la exposición noroeste de la Sierra de los Volcanes. Esta serranía está compuesta por los volcanes El Cántaro (3,000 m.s.n.m.), Nevado de Colima (4,265 m.s.n.m.) y Colima (3,840 m), las mayores prominencias de la porción occidental del Eje Neovolcánico Transversal.

El predio es un llano que se localiza en las coordenadas geográficas 19° 36′ Latitud Norte y 103° 37′ Longitud Oeste, y descansa sobre la exposición noroeste del cerro "Pico del Águila". El gradiente altitudinal del terreno varía de los 2,983 a los 3,002 metros. La vertiente suroeste del predio pertenece a la cuenca Alta del Río Ayuquila-Armeria, mientras que la sección restante se ecuentra en la cuenca endoreica de la Laguna de Zapotlán. La Estación MOSI Neva está localizada 365 metros por debajo del límite inferior del polígono del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (INE, 2006). La Estación MOSI Neva se ubica en parte del Ejido Rancho Viejo y parte de las propiedades del Ing. Alejandro del Toro y del señor Agustín Casillas.

4.1.2. Clima

El clima de acuerdo a Köppen modificado por García (1988) es Cb'(w₂), semifrío subhúmedo, con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2%. La precipitación media anual es de 1,500 a 1,800 milimetros. La temperatura media anual es de 5 a 12° C. Las heladas se presentan principalmente en los meses más fríos, diciembre, enero y febrero, en contraste abril y mayo son los meses más cálidos. La temperatura mínima promedio es de - 6° a 4° C y la temperatura máxima promedio es de 20 a 26°. Los meses más lluviosos son julio y agosto (Hernández y Carrasco, 2007).

4.1.3. Vegetación

La cobertura vegetal de la Estación MOSI Neva está compuesta principalmente por pastizal inducido y vegetación secundaria derivada de bosque de *Abies religiosa* (Eloy Padilla Velarde, com. pers.). Las especies de árboles más comunes son *Pinus pseudostrobus, Crataegus pubescens, Buddleja sessiliflora* y *Buddleja cordata*. El estrato arbustivo es dominado por *Salvia mexicana, Salvia gesneriflora, Salvia iodantha, Stachys coccinea, Solanum pubigerum, Cestrum terminale, Barkleyanthus salicifolius, Verbesina heterocarpa, Lobelia laxiflora, Lupinus reflexus* y *Senecio chapalensis*. El estrato herbáceo está formado principalmente *por Stevia monardifolia, Penstemon roseum, Senecio callosus, Phytolacca icosandra, Euphorbia campestris, Piqueria triflora, Eupatorium arsenei* y *Senecio tolucanus*. En el área de estudio la parásita *Cuscuta corymbosa* es muy abundante (Apéndice 3).

4.1.4. Parque Nacional Nevado de Colima

El Parque Nacional Volcán Nevado de Colima cuenta con dos decretos federales, el primero del 5 de septiembre de 1936 que estableció una superficie bajo protección de 22,000 ha, teniendo como límite inferior la cota altitudinal de 2,200 m. Sin embargo, la Compañía Forestal Atenquique presionó al gobierno federal para que el decreto se modificara a su favor, expidiéndose así un segundo decreto con fecha del 6 de agosto de 1940, que revocó los límites del primer mandato elevando la cota altitudinal del área natural protegida a los 3,200 m y reduciendo su superficie a solo 6,554.75 hectáreas (INE, 2006). Actualmente el parque nacional protege principalmente pastizales de altura, bosques de *Abies religiosa*, *Alnus firmifolia* y bosques de pino-encino. La biodiversidad está compuesta por 172 especies de plantas vasculares, 117 especies de aves y 59 de mamíferos. En los terrenos federales del parque nacional no existen asentamientos humanos (INE, 2006; Arizmendi *et al.*, 2000).

El Nevado de Colima y el Volcán Colima, junto con la Sierra de Manantlán, han sido designadas como una Región Terrestre Prioritaria para la Conservación por su alta diversidad y buen estado de conservación de sus ecosistemas (Arriaga *et al.*, 2000). Arizmendi *et al.*, (2000) postularon a la Sierra de los Volcanes como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), por sus 117 especies y la ocurrencia de especies globalmente amenazadas como el búho cornudo oscuro (*Asio stygius*). En la vertiente sur de la

Sierra de los Volcanes existe otra Área de Protección de Flora y Fauna, denominada "El Jabalí", con una superficie de 5,178 hectáreas; esta área natural protegida de carácter privado resguarda principalmente bosques tropicales subcaducifolios (SEMARNAT, 2000).

4.1.5. Historia de perturbaciones locales

En algunos años la combinación de bajas temperaturas y lluvias invernales generan nevadas en la cimas de la Sierra de los Volcanes. Esto ocurrió en el invierno de 2005-2006, periodo en que la nieve bajó hasta los 3,000 m de altitud, cubriendo en su totalidad el predio donde se asienta la Estación MOSI Neva. La lluvia de ceniza del Volcán Colima también es frecuente en la región (E. M. Barba, com. pers.). En la zona se observan numerosas brechas para saca de madera, patios de arrime y tocones, que son testigos de la corta selectiva de madera que sucedió en la zona dese principios del siglo XX (Madrigal, 1970).

En la región los bosques de *Abies religiosa* cubren totalmente las faldas y los filos de las montañas en condiciones similares a las del sitio de estudio (obs. pers.). Por lo que se asume que la cobertura original y natural del sitio de estudio es bosque de *Abies religiosa*. No sabemos en que año se eliminó la cobertura forestal en el sitio pero se supone que fue hace más de medio siglo, ya que los lugares planos y con fácil acceso, como lo es este, son de los primeros que se deforestan. Hasta el verano del 2008 algunos miembros del ejido "Rancho Viejo" mantenían 18 cabezas de ganado pastoreando libremente en el predio. Los incendios forestales también son frecuentes en la región, las últimas conflagraciones documentadas ocurrieron en marzo de 2008 en el cerro "Los Nuñez" y en junio del mismo año, 300 héctareas se quemaron en el cerro "Pico del Águila" (Hernández, 2008).

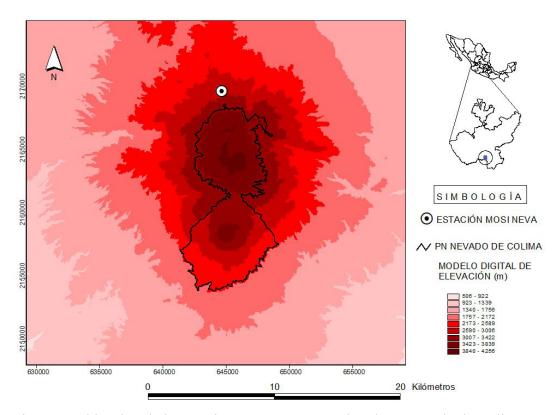


Figura 1. Ubicación de la Estación MOSI Neva en el Volcán Nevado de Colima.

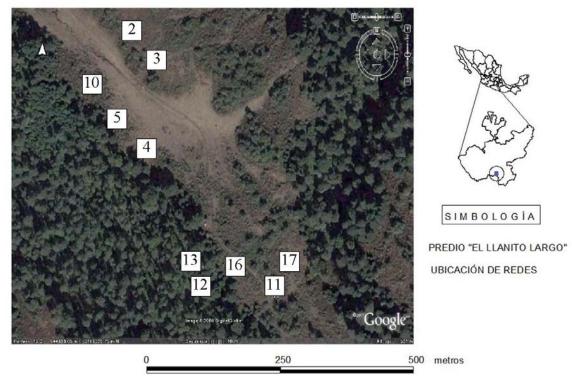


Figura 2. Distribución de las redes de niebla en la Estación MOSI Neva, "El Llanito Largo", San Gabriel, Jalisco.

4.2. Muestreo de la avifauna

4.2.1. Periodo de muestreo

Se realizaron 22 muestreos mensuales, consecutivamente de enero de 2006 a abril de 2007 y de noviembre de 2007 a abril de 2008 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Periodo de muestreo expresado en horas—red por mes.

Horas – red												
Año / Mes	Е	F	M	A	M	J	J	A	S	О	N	D
2006	202	191	254	162	192	122	50	61	162	173	186	202
2007	203	200	199	199	-	-	-	-	-	-	197	204
2008	186	206	205	203	-	-	-	-	-	-	-	-

4.2.2 Esfuerzo de muestreo

Se utilizó la técnica de esfuerzo constante con redes de niebla y anillamiento (Ralph *et al.*, 1996). Para tal fin, se usaron diez redes de niebla de 12 metros de longitud por 2 metros de altura, con luz de malla de 30 mm distribuidas en un área aproximada de 5 hectáreas. El entorno donde se colocaron las redes es un pastizal inducido con vegetación secundaria derivada de un bosque de *Abies religosa*, del que *a priori* se distinguieron tres tipos de hábitat generales: matorral, borde y bosque de *Abies religiosa* (Figura 2). El aprovechamiento forestal y la ganadería extensiva han modificado con distinta intensidad la estructura de la vegetación en toda el área (Figura 2). El área central del llano ha sido totalmente deforestada y domina el pasto, mientras que el bosque ha sido afectado por corta selectiva.

El muestreo se realizó en todos los sitios de redes durante dos días seguidos. Las redes se mantuvieron abiertas aproximadamente 10 horas, desde las 7:00 horas a las 17:00 horas. Las redes se revisaron cada 30 minutos para extraer las aves capturadas. A cada ave capturada se le colocó un anillo de aluminio cuyo diámetro se define por el tamaño del tarso del individuo. Los anillos para las especies migratorias de larga distancia fueron proporcionados por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre del gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica (USFWS), y para las aves residentes fueron donados por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) adscrita a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La captura y procesamiento de aves fue hecha con el permiso número SGPA/DGVS/04064/06

expedido por dicha secretaría. Durante los últimos cinco meses los colibríes se marcaron con anillos proporcionados por Sarahy Contreras Martínez, en el marco de la Red de Monitoreo de Colibríes de América del Norte (HMN por sus siglas en inglés).

4.2.3. Determinación de las especies

Las especies de aves se determinaron utilizando guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000 y Pyle, 2001) y guías de audio, (Hardy, 1983; Delaney, 1992; Romo de Vivar y Urbina, 2002). Las especies que no se capturaron con redes de niebla, fueron vistas o escuchadas por el autor, María Eugenia Barba Robert (*Strix occidentalis*) y Heriberto Verdugo (*Icterus graduacauda*). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998).

4.2.4. Datos de las aves capturadas

El manejo de las aves silvestres y la toma de datos se realizó de acuerdo con el protocolo de las estaciones de Monitoreo de Sobrevivencia Invernal de aves migratorias (DeSante *et al.*, 2006). Para cada individuo capturado se registró: 1) iniciales del anillador, 2) número de anillo, 3) nombre de la especie, 4) código alfa de la especie, 5) edad, 6) como se determinó la edad, 7) sexo, 8) como se determinó el sexo, 9) grado de osificación craneal, 10) protuberancia cloacal, 11) parche de incubación, 12) grasa, 13) muda de cuerpo, 14) muda de plumaje de vuelo, 15) desgaste de vuelo, 16) plumaje juvenil, 17) ala, 18) masa, 19) status, 20) mes, 21) día, 22) hora de captura, 23) estación, 24) red, 25) número de nota (DeSante *et al.*, 2006). El peso de cada ave fue obtenido con una balanza analítica "Ohaus" de 0.1 gramo de precisión.

4.2.5. Categorías de distribución geográfica

Se utilizaron tres clases de distribución geográfica: neártica, neotropical y distribución extensa, de acuerdo a la clasificación propuesta por Palomera-García *et al.* (2007). Las especies nearticas tienen más del 50% de su área de distribución en esa región durante la época reproductiva en Groenlandia, Canada, Estados Unidos y el norte de México.

Las especies neotropicales presentan al menos el 50% de sus distribución durante la época de anidamiento en el sur de México, Centroamerica, Sudamerica y las islas del Caribe. Y por último para el caso de las especies de distribución extensa, su ocurrencia comprende al menos dos de las seis regiones biogeográficas propuestas por Cox y Moore (1985).

4.2.6. Categorías de endemismo

El grado de endemismo corresponde a las categorías propuestas por Santana (2000): las especies endémicas a México (EMX) son aquellas cuya distribución geográfica esta circunscrita por los límites políticos del país; las especies endémicas a las montañas de México (EMM) su distribución se restringe a las cadenas montañosas del país como el Eje Neóvolcanico Transversal, la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur etc. Las especies endémicas a Mesoamérica (EM) se distribuyen en los ecosistemas subtropicales y tropicales del centro de México hasta el canal de Panamá (Conservation International, 2007).

4.2.7. Categorías de abundancia

A cada especie se le asignó una de las cinco categorías de abundancia propuestas por Howell y Webb (1995); para establecer los límites entre cada categoría se siguió el criterio de Santana (2000) con base en el número de capturas total por especie para las 22 salidas de campo. Las especies raras (R) tuvieron frecuencias de captura de una a tres en total; las especies poco comunes (PC) fueron capturadas entre tres a 20 veces; las especies relativamente comunes (RC) fueron capturadas entre 21 a 40 veces; las especies comunes (C) fueron capturadas entre 41 a 130 veces; las especies muy comunes (MC) fueron capturadas más de 130 veces. Se entiende que esto no implica su abundancia real, sino su abundancia en zonas de las redes de cero a dos metros del suelo. Por ejemplo, un ave que vive principalmente en el dosel puede ser muy abundante y no caer en las redes (E. Santana, com. pers).

4.2.8. Categorías de condición migratoria

Las especies de aves fueron clasificadas en cinco grupos de condición migratoria con base en sus capturas durante los veintidós meses de monitoreo: residentes permanentes, migratorias de larga distancia, migratorias locales, residentes-migratorias de larga distancia, residentes-migratorias locales, de acuerdo a la clasificación propuesta por Santana (2000).

4.2.9. Categorías de estacionalidad

En cuanto a la estacionalidad se consideraron nueve categorías de acuerdo a la clasificación de Santana (2000): residente permanente que se reproducen en la Estación MOSI NEVA (RB); residente-migratoria local que se reproduce en la estación (RLB); residente que probablemente se reproduce en la estación (RPB); visitantes de invierno (MwN); transitoria (MtN); migratoria local (LN); migratorias locales que viene a reproducirse al predio (LB); visitante de verano (VV) y accidentales (AMN).

4.2.10. Categorías por gremios tróficos

Se utilizaron seis categorías de gremios tróficos: nectarívora—insectívora, insectívora—frugívora, granívora, omnívora, insectívora y carnívora (Ehrlich *et al.*, 1988; Contreras-Martínez, 1992).

4.2.11. Época reproductiva

Para delimitar la temporada reproductiva de las especies capturadas se utilizaron cuatro críterios: presencia de parche de incubación activo en las hembras (excepto en colibríes), la protuberacia cloacal en machos, la presencia de pollos recién salidos del nido, y el registro de nidos activos (DeSante *et al.*, 2006).

4.2.12. Categorías de riesgo

Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinó con base a las listas de la NOM-SEMARNAT-059-2001 (D.O.F., 2002).

4.3. Muestreo de la estructura y composición del hábitat

En cada uno de los diez sitios donde se colocaron las redes de niebla se evaluaron de forma exploratoria las características de la vegetación y el paisaje. Las variables se escogieron con base al conocimiento previo del comportamiento de las especies de aves, variables que han sido utilizadas previamente en otros estudios de cuantificación de hábitat y que son relevantes para algunas especies en otros estudios (James y Shugart, 1970; James y Wamer, 1982; Hansen *et al.*, 1995).

También se recopiló información sobre los tipos de perturbación antropogénica que evidencia el área de estudio para conocer la historia de factores que pudieron generar la estructura y composición de la vegetación actual.

Las variables medidas para la descripicón del hábitat de las aves fueron las más comúnmente utilizadas en la literatura (James y Shugart, 1970; Ralph *et al.*, 1996): la densidad, altura y diámetro de los árboles; la cobertura del dosel, la densidad, cobertura y altura de los arbustos; la densidad horizontal del follaje arbutivo los arbustos a tres alturas; la densidad y cobertura de hierbas. También se registró la composición de especies vegetales en cada uno de los sitios. Todas las especies fueron recolectadas y depositadas en el herbario ZEA del Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Los especimenes fueron determinados a nivel de especie por los taxónomos: Dr. Ramón Cuevas Guzmán, M.C. Mollie Harker, M.C. Eloy Padilla Velarde, M.C. Francisco J. Santana Michel y M.C. Luis Guzmán Hernández de los herbarios ZEA IBUG, adscritos a la Universidad de Guadalajara.

4.3.1. Variables paisajísticas

En cada sitio donde se establecieron las redes, se registraron con fines exploratorios las coordenadas geográficas, la altitud, la exposición, la pendiente, la posición topográfica, la geoforma, el tipo de vegetación y su relación con el borde del bosque. También se determinó, la compactación del suelo y la altura de la capa de hojarasca. Todos estos factores han sido relevantes para las aves en otros casos (Terborgh, 1977; Neave *et al.*, 1996; King *et al.*, 1997).

4.3.2. Perturbación

Dada la importancia de la perturbación sobre la modificación de la vegetación y como catalizadora de procesos de sucesión, se determinó el grado de perturbación ocasionado por incendios forestales, pastoreo vacuno, y aprovechamientos forestales. Se registró el número de árboles caídos, árboles con ramas caídas, árboles muertos en pie y la presencia de tocones (Olvera *et al.*, 1996).

4.3.3. Muestreo de árboles

Se midió el diámetro normal (DN) y la altura de todas las especies leñosas con DN≥2.5 cm en diez parcelas circulares de 12.62 m² de radio (500 m²), con la red de niebla en su centro. El diámetro normal se midió a 1.30 m de altura del suelo, con una cinta diamétrica (Olvera *et al.*, 1996). Así mismo, se estimó la cobertura del dosel con un densitómetro GSR en 25 puntos dentro de la superficie a muestreada, el primero al centro del círculo, seis mediciones más fueron registradas en cuatro trayectos de 12.50 metros orientados a 45° del centro de la red, donde cada dos metros se registró la ausencia o presencia de cobertura (utilizando la técnica propuesta por Enrique Jardel, com. pers.).

4.3.4. Muestreo de arbustos

En una parcela circular de 3.99 m de radio (50 m²) se registraron y contaron todas las especies arbustivas (Morfin et al., 2007). El centro de la parcela se ubicó en el punto medio donde mensualmente se colocaba la red de niebla para capturar aves. Para estimar la cobertura de arbustos se utilizaron cuatro líneas de intercepción o líneas Canfield, método sustentado en la medida de todas las plantas interceptadas por planos verticales de igual longitud (Canfield, 1941). Se estimó la cobertura por especie de arbustos que interceptan cada línea en cuatro travectos de 12.62 m de longitud, orientados a 45° del centro de la red con la avuda de una cinta métrica. En lo que concierne a la altura de los arbustos se midió la altura de ocho individuos más cercano vivos en un radio de 2.5 m del centro de la red, a una distancia de cinco y diez metros. Se consideraron como arbustos las plantas con tallos lignificados y no fotosintéticos, con DN menores a 2.5 cm. También se estimó la densidad horizontal del follaje de los arbustos con un tablero de 30 x 50 cm, marcado con cuadros blancos y negros de 10 x 10 cm. El tablero se sujetó a una altura predeterminada dentro de la vegetación mientras, un observador se apartó hasta que la mitad del tablero se oscureció por la vegetación. Esta "distancia media de observación" es la medida de un índice de la densidad de la vegetación, conforme la distancia sea más corta para alcanzar este punto, mayor será la densidad horizontal de la vegetación. El tablero se sujetó a tres alturas, 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m (Bibby et al., 2000). Estas mediciones se realizaron en cuatro trayectos de diez metros de largo localizados a 45° de la red de niebla tomado desde el centro de dicha red (James y Shugart, 1970).

4.3.5. Muestreo de herbáceas

Se estimó la densidad y cobertura de hierbas en un cuadrante de 1 m x 1 m. El cuadrante fue colocado a dos metros del centro de la red, orientado 90° con respecto al norte magnético de la tierra. En cada cuadrante se registró el número de individuos de cada especie, su largo y ancho en centímetros. Se consideraron como hierbas las plantas con tallos fotosintéticos y flexibles.

4.4. Muestreo de la abundancia estacional de las aves

Se compiló una base de datos en el programa Excel (Microsoft, 2003) con la información de todas las capturas en el periodo de 22 sesiones mensuales de monitoreo de aves de acuerdo con DeSante *et al.* (2006). En el caso de individuos que se capturaron dos veces durante la misma sesión de dos días de muestreo mensual, únicamente se consideró su primera captura de cada mes, es decir se excluyeron del análisis las recapturas del mismo día o de la misma sesión. También se revisó la base de datos para corregir errores en la captura de información. Para el cálculo de la riqueza estacional se dividió el número de especies capturadas entre las horas red de muestreo mensual y se multiplicó por 100. Las capturas de individuos asignados a una de seis categorías de gremio trófico o cuatro categorías de condición migratoria se graficaron en cada mes para documentar los cambios en composición según la estación del año.

4.5 Abundancia estacional de especies selectas de aves

Para el análisis de abundancia estacional se eligieron especies nectarívoras-insectívoras que durante el periódo de muestreo presentaron más de 150 capturas y registraron variaciones abruptas en su abundancia. Las capturas se clasificaron en cinco categorías: macho adulto, macho juvenil, hembra juvenil, hembra adulta y no determinado (DeSante *et al.*, 2006) y se graficaron con los 22 meses de monitoreo. Para *Vermivora celata*, la especie con la que se contaba con la mayor cantidad de información, se utilizó el método propuesto por Santana (2000) para clasificar los individuos en dos categorías: a) residentes son aquellos individuos capturados en dos meses distintos en el mismo invierno y b) traúnsentes son aquellos individuos que fueron capturados únicamente en un solo mes en el mismo año o en años diferentes

4.6 Análisis de los datos

4.6.1. Caracterización de la avifauna

Se recopiló una base de datos con la lista taxonómica de las especies capturadas en la estación MOSI Neva, incluyendo sus categorías de distribución geográfica, grado de endemismo, condición migratoria, estacionalidad, gremio trófico, época reproductiva, abundancia relativa, categorías de abundancia y estado de conservación. Las especies vistas o escuchadas se excluyeron de algunos rubros de la caracterización de la avifauna.

4.6.2. Riqueza de especies

Con los valores abundancia relativa de las aves capturadas durante las 22 sesiones de muestreo se construyeron curvas de acumulación de especies en el programa Biodiverstiy Pro (McAleece, 1997). Para estimar el número total de especies se utilizaron los modelos predictivos de riqueza de especies Chao II, Jackknife I y Jackknife II (Burnham y Overton, 1978; Burnham y Overton, 1979; Chao y Lee, 1990).

4.6.3. Factores de la estructura de la vegetación que influyen en la distribución de las aves.

4.6.3.1. Selección de variables

En la matriz principal se incluyeron los valores de las siguientes variables de la estructura del hábitat seleccionadas con base a los críterios antes mencionados: cobertura del dosel, índice de densidad horizontal, área basal, densidad de árboles, diámetro a la altura del pecho, altura de árboles, cobertura de arbustos, densidad de arbustos, altura de arbustos, cobertura de hierbas y densidad de hierbas. Se realizó un análisis de correlación de Pearson con el objeto de discriminar las variables estructurales de la vegetación que tienen altas correlaciones entre sí (SAS, 1999, versión 9).

4.6.3.2. Ordenación con Análisis de Correspondencia Canónica

El Análisis de Correspondencia Canónica es un método de análisis multivariado directo que relaciona la composición de las especies a la variación conocida del ambiente. Los ejes de ordenación son escogidos en base a las variables ambientales conocidas al imponer la

restricción de que los ejes deben ser combinaciones lineales de las variables ambientales. De este modo la variación de la comunidad puede ser directamente relacionada con la variación del ambiente (Ter Braak, 1986).

La ordenación con la técnica Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) se realizó con el programa CANOCO versión 4.5 (Ter Braak y Smilauer, 1998; Anderson y Trevor, 2003). Se excluyeron del análisis de correspondencia canónica aquellas variables que tenían una correlaciones de Pearson significativas con un valor de p<0.05 y se utilizaron aquellas variables no correlacionadas entre sí como: la densidad de árboles, el porcentaje de cobertura de dosel, la altura de arbustos y la transformación logarítmica de la cobertura de hierbas. En la matriz principal se incluyeron las 22 especies de aves que presentaron al menos doce individuos en total durante 13 de los 22 meses de muestreo (octubre de 2006 - abril de 2007 y noviembre de 2007 - abril de 2008). Las capturas de los meses analizados corresponden al periodo de octubre de 2006 a abril de 2007 y de noviembre de 2007 a abril de 2008, dado que en estos meses el esfuerzo de muestreo en los diez sitios de redes fue constante. La ordenación CCA se realizó sin disminuir el peso de las especies de aves raras, dado que estas ya habían sido excluidas del análisis. El CCA se ejecutó con la prueba irrestricta de permutaciones de Monte Carlo para las cuatro variables seleccionadas utilizando 449 permutaciones. Todas las opciones de CCA predeterminadas por el programa fueron utilizadas para el análisis.

4.6.3.3Normalización de las variables

Una vez que se seleccionaron las variables, se construyó un histograma con cada una de ellas y se les aplico la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. A las variables que no cumplieron con los supuestos de normalidad, se les aplicó una transformación logarítmica, con ayuda del programa Statistica versión 6.0 (StatSoft, 2001).

4.6.3.4. Correlaciones entre variables estructurales

Se efectuaron correlaciones lineales entre las aves residentes y las aves migratorias de larga distancia y las variables estructurales con ayuda del programa Statistica 6.0 (Statsoft, 2001). Antes de generar las correlaciones se verificó la normalidad de estas nuevas variables.

4.6.3.5. Análisis de agrupamiento

Se realizó una clasificación de la composición avifaunistica y floristica, en los sitios de redes a tráves del programa Minitab Statistical Software (Minitab Inc., 2000). La técnica utilizada fue el análisis de agrupamiento con el método de union de Ward, estandarizando los datos y con la medida de Pearson.

4.6.3.6. Análisis de Correspondencia Simple

Se realizó un análisis de correspondencia simple entre las 22 especies de aves y los tres hábitats donde estas fueron capturadas con el programa Minitab Statistical Software (Minitab Inc., 2000).

V. RESULTADOS

Se logró el objetivo de iniciar el monitoreo a largo plazo dentro del programa MOSI, ya que se consolidó una red de más de 80 voluntarios que recibieron capacitación, de los cuales nueve participaron en el 40% de los monitoreos de las tres primeras temporadas y se han comprometido en continuar muestreando en temporadas subsiguientes. Durante 3,956 horas red de muestreo en veintidós sesiones mensuales de monitoreo comprendidas entre enero de 2006 y abril de 2008 se realizaron 5,911 capturas de aves pertenecientes a 78 especies (Cuadro 1). Se anillaron 2,191 individuos del Orden Passeriformes, 739 individuos del Orden Apodiformes y 6 individuos del Orden Piciformes.

5.1. Caracterización de la avifauna

5.1.1. Composición taxonómica

En total se registraron 105 especies de aves pertenecientes a 75 géneros, 31 familias y diez órdenes. Las familias mejor representadas son Trochilidae (14 especies), Parulidae (13 especies), Tyrannidae (9 especies) y Emberizidae (8 especies) (Apéndice 1). De las cuales 3,033 capturas corresponden a 62 especies de paseriformes; 2,875 capturas pertenecen a 13 especies de apodiformes, esencialmente colibríes (y por último tres capturas corresponden tres especies de strigiformes. Adicionalmente a las especies capturadas con redes de niebla, 27 especies fueron vistas o escuchadas en la Estación MOSI Neva (Apéndice 1).

5.1.2. Curvas de acumulación de especies capturadas

La curva de acumulación de especies muestra una pendiente de acumulación de especies acelerada hasta las primeras 1,300 horas-red de muestreo que se empieza a nivelar posteriormente, aproximándo una asíntota y sugiriendo un muestreo suficientemente completo (Figura 3). Sin embargo, según los modelos predictivos de acumulación de especies respecto al esfuerzo de muestreo, en la Estación MOSI Neva se esperaría que las redes detecten un máximo de 92 especies según el modelo de Chao II, 94 según Jack-Knife I y 101 según Jack Knife II.

Hasta el momento con redes de niebla se han capturado 78 especies, lo que representan entre el 77 % y el 85 % de especies que predicen por los modelos, por lo tanto el inventario de la avifauna para la zona aún no está completo (Figura 3).

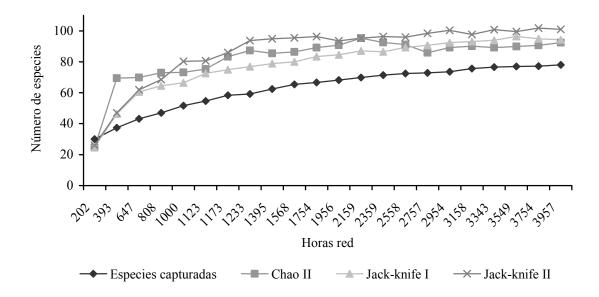


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de aves de acuerdo a las capturas y esfuerzo de muestreo en horas red.

5.1.3. Riqueza de especies capturadas por familia

En la Estación MOSI Neva las familias con mayor riqueza de especies fueron Trochilidae con el 16.7% del total de especies y, Parulidae con el 15.4% de las especies. Estas fueron seguidas por Tyrannidae (11.5%), Emberizidae (10.3%), Icteridae (6.4%), Turdidae (6.4%), Troglodytidae 5.1%, el 28.2% restante está repartido en once familias (Figura 4).

5.1.4. Abundancia de especies capturadas por familia

La familia Trochilidae cuenta con el mayor número de especies también presenta el mayor número de capturas en la Estación MOSI Neva con el 48.6%, seguida de Emberizidae con el 21.5%, Parulidae con 20.6%, Turdidae con el 3.1%, Fringillidae con el 2.2%, e Icteridae con el 1.1%. El 2.9% de las capturas corresponde a once familias restantes (Figura 5). Es interesante que la familia Tyrannidae sea la tercera más importante en riqueza, mientras se encuentra en décimo lugar en abundancia.

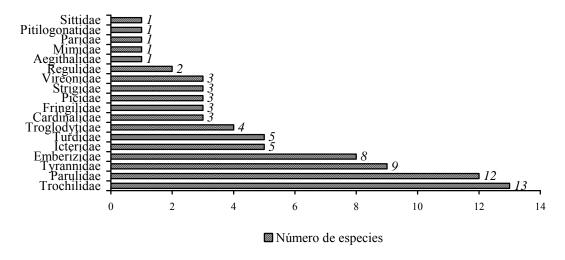


Figura 4. Número de especies capturadas por familia.

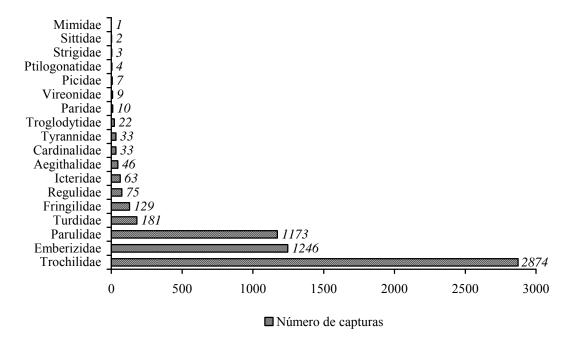


Figura 5. Número de capturas por familia.

5.1.5. Abundancia relativa por especie

De las 5,911 capturas, *Hylocharis leucotis* representa el 24.2% de las capturas, seguido de *Vermivora celata* con el 14.2%, *Junco phaeonotus* con el 12.7%, *Eugenes fulgens* con el 8. %, *Colibrí thalassinus* con el 6.7%, *Selasphorus platycercus* con el 5.1%, *Diglossa baritula* con el 5%, *Catharus occidentalis* con el 2.8%, *Selasphorus rufus* con el 2.7%, y *Wilsonia pusilla* con el 1.5%; el 17% restante de las capturas corresponde a 69 especies. Es interesante resaltar

que las primeras cinco especies conforman el 66% de la abundancia relativa, mientras que las 73 especies restantes conforman el 34% (Figura 6).

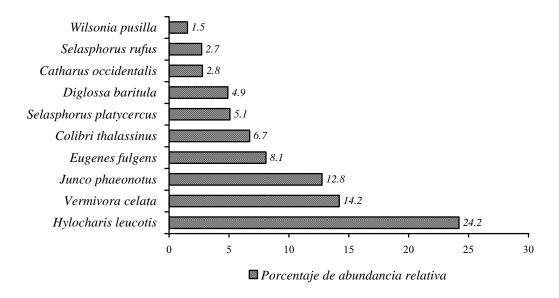


Figura 6. Porcentaje de abundancia relativa de las diez especies de aves más capturadas.

5.1.6. Categorías de abundancia

De las 78 especies capturadas con redes de niebla, 24 (como por ejemplo: Vireolanius melitophrys, Campylorhynchus megalopterus, Parula superciliosa) pueden clasificarse como raras en los estratos muestreados por las redes de niebla (Figura 7). Otras 29 especies son poco comunes (por ejemplo: Lampornis clemenciae, Atlapetes virenticeps, Henicorhina leucophrys), siete son relativamente comunes (Basileuterus belli, Pipilo ocai, Vermivora ruficapilla, Oporornis tolmiei, Pheuticus melanocephalus, Icterus parisorum, Carduelis notata) nueve son comunes (Ergaticus ruber, Lampornis amethystinus, Wilsonia pusilla), y nueve son abundantes.

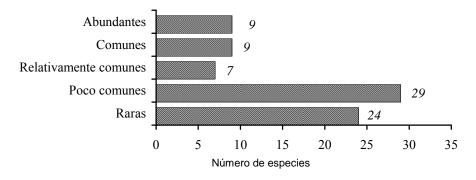


Figura 7. Categorías de abundancia de 78 especies capturadas con redes.

5.1.7. Distribución biogeográfica

De las 78 especies capturadas en la estación Mosi Neva, 44 (56.4%) tienen una distribución Neártica, 20 (25.6%) son endémicas a Mesoamérica, ocho (10.2%) son endémicas a las montañas de México (Atlapetes pileatus, Arremon virenticeps, Campylorhynchus megalopterus, Catharus occidentalis, Ergaticus ruber, Icterus abeillei, Melanotis caerulescens y Pipilo ocai), y por último seis (7.9%) tienen distribución Neotropical.

5.1.8. Estacionalidad

De las 78 especies capturadas, dieciseis, como Eugenes fulgens, Diglossa baritula y Junco phaeonotus, son residentes permanentes que se reproducen en la Estación MOSI Neva; una es residente-migratoria local que se reproduce (Hylocharis leucotis); cuatro, como Glaucidium gnoma, son residentes que probablemente se reproducen en la zona, 26 son visitantes de invierno (por ejemplo Vermivora celata, Selasphorus platycercus y Wilsonia pusilla), dos son residentes — visitantes de invierno (Turdus migratorius y Dendroica petechia), siete son transitorias en su migración de larga distancia (por ejemplo Catharus guttatus y Spizella passerina), 16 son migratorias locales (por ejemplo Agryrtria violiceps, Lampornis clemenciae y Cynanthus latirostris); cuatro son migratorias locales que vienen a reproducirse al predio (por ejemplo Colíbri thalassinus y Ptilogonys cinereus); una es visitante de verano (Contopus sordidulus); y por último dos son accidentales (Junco hyemalis y Empidonax flaviventris) (Apéndice 1 y 2).

5.1.9. Condición migratoria

En cuanto a la condición migratoria de las aves capturadas en la Estación Mosi Neva, 35 realizan migraciones de larga distancia, 20 realizan desplazamientos locales (entre hábitats o altitudinalmente), 20 son residentes permanentes, una especie tiene poblaciones residentes permanentes- migratorias locales y dos especies tienen poblaciones residentes permanentes – migratorias de larga distancia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de especies capturadas según su condición migratoria.

Condición migratoria	Especies	Porcentaje (%)	No. Capturas	Porcentaje (%)
Migratoria de larga distancia	35	45	1769	29.9
Migratoria local	20	26	649	11
Residente permanente	20	26	2054	35
Residente-migratoria de larga distancia	2	2	9	0.1
Residente-migratoria local	1	1	1430	24
Total	78	100	5911	100

5.1.10. Porcentaje por gremios tróficos

Se capturaron 78 especies pertenecientes a seis gremios tróficos, el mejor representado fue el de las aves insectívoras con 34 especies (43.6%), seguido de las aves nectarívoras – insectívoras con 16 especies (20.5%). En cuanto a la distribución de los individuos en estos gremios, las nectarívoras-insectívoras son las más abundantes con un 68.2% de las capturas (4,033) seguida de las granívoras con un 16.4% (968) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de especies capturadas por gremio trófico.

Gremio trófico	Especies	Porcentaje (%)	No. Capturas	Porcentaje (%)
Insectivoras	34	43.59	508	8.6
Nectarívoras – Insectívoras	16	20.51	4,033	68.2
Insectívoras – Frugívoras	10	12.82	231	3.9
Granívoras	9	11.54	968	16.4
Omnívoras	6	7.69	168	2.8
Carnívoras	3	3.85	3	0.1
Total	78	100.0	5,911	100

5.1.11 Condición migratoria por gremio trófico.

En cuanto a la condición migratoria de las especies pertenecientes a distintos gremios tróficos, de las 78 especies capturadas, los gremios tróficos que tuvieron el mayor porcentaje de especies migratorias de larga distancia (residentes de invierno) fueron las insectivoras (52.9%), y insectívoras-nectarívoras (43.8%) mientras que los que mostraron mayor porcentaje de migraciones locales fueron insectivoras-nectarívoras (37.5%). Los gremios con la mayor proporción de especies residentes fueron las omnívoras (50%) y carnivoras (100%).

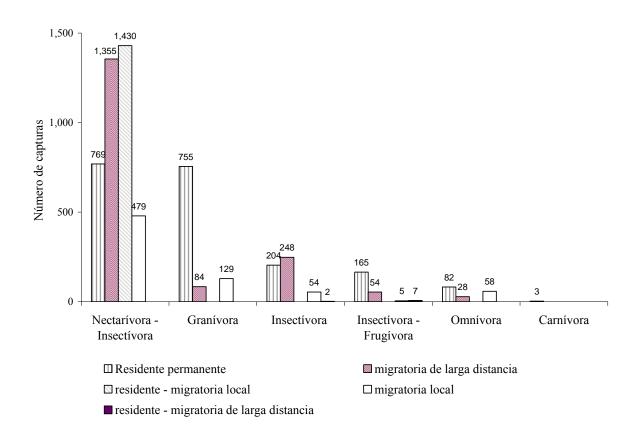


Figura 8. Número de capturas según su condición migratoria y gremio trófico.

5.1.11. Época reproductiva

El análisis de parhes de incubación y protuberancias cloaclaes revela que de las 16 residentes permanentes que se reproducen en la Estación MOSI NEVA, *Eugenes fulgens* se reproduce en invierno, otras crían en primavera como *Pipilo ocai, Sitta carolinensis, Picoides villosus* y *Poecile sclateri*. La mayoría se reproduce al final de la primavera e inicios del verano como *Empidonax occidentalis, Catharus occidentalis, Junco phaeonotus, Atlapetes pileatus*,

Arremon virenticeps, Ergaticus ruber, Basileuterus belli, Myioborus miniatus y Troglodytes brunneicollis. El robador de néctar, Diglossa baritula, tiene dos temporadas reproductivas al año, a inicios de primavera y a finales del otoño (Figura 9). Cuatro migratorias locales visitan el predio para reproducirse en distintas estaciones: en invierno Colibri thalassinus, en primavera Ptilogonys cinereus y Carduelis notata, por último en verano Carduelis pinus. Hylocharis leucotis, el residente-migratorio local, se reproduce en invierno e inicios de primavera. La residente - migratoria de larga distancia Turdus migratorius también se reproduce en primavera (Apéndice 1).

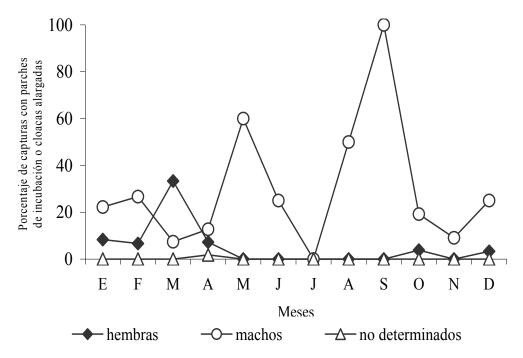


Figura 9. Ciclo reproductivo bianual de *Diglossa baritula*, representado durante un año, juntando todas las capturas de los 22 meses de estudio.

5.1.12 Estado de conservación

El 9.5% del total de las 105 especies registradas en la Estación MOSI Neva se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (D.O.F. 2002). Strix occidentalis está considerado en peligro de extinción; Catharus frantzii y Oporornis tolmiei son catalogados como amenazadas y Accipiter striatus, Buteogallus anthracinus, Falco peregrinus, Dactylortyx thoracicus, Dendrortyx macroura, Myadestes occidentalis y Vermivora crissalis están clasificados en protección especial (Apédice 1). También en la

Estación MOSI Neva ocurren seis especies migratorias de larga distancia cuyas tendencias poblacionales son negativas de acuerdo al Censo de Aves Anidantes: *Empidonax minimus*, *Empidonax oberholserii*, *Vermivora celata*, *Oporornis tolmiei*, *Wilsonia pusilla*, *Passerina cyanea* (Sauer *et al.*, 2003). Las especies que se encuentran en Partners in Flight Continental Watch List Species Research and Monitoring Needs (Rich *et al.*, 2004) son *Patagioenas fasciata*, *Strix occidentalis*, *Megascops flammeolus*, *Aeronautes saxatalis*, *Selasphorus rufus*, *Selasphorus sasin*, *Stellula calliope*, *Vermivora crissalis*, *Passerina versicolor e Icterus grauducauda*.

5.1.13. Registros notables

Es importante resaltar la captura de tres individuos de *Junco hyemalis* constituye un nuevo registro para la avifauna del estado de Jalisco (Palomera *et al.*, 2007). El 15.3 % (16) de las especies que detectamos en la Estación MOSI Neva, se encuentra por arriba de los límites altitudinales que citan Howell y Webb (1995) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Nuevos registros altitudinales para México de especies que ocurren a 2,992 msnm.

Especie	Elevación máxima (msnm) (Howell y Webb, 1995)
Buteogallus anthracinus	1,800
Zenaida asiatica	2,500
Piaya cayana	2,000
Strix occidentalis	2,500
Agyrtria violiceps	2,400
Saucerottia beryllina	2,000
Archilocus alexandri	2,000
Camptostoma imberbe	2,100
Myiarchus tubercullifer	2,800
Dendroica petechia	2,000
Junco hyemalis	2,500
Passerina cyanea	2,500
Passerina versicolor	2,000
Icterus cucullatus	1,500
Icterus spurius	2,000
Icterus graduacauda	2,500

5.2. Factores ecológicos del hábitat que influyen en la distribución de las aves.

Cuadro 5. Abundancia y composición de las aves más capturadas en los sitios de redes.

	Número de red									
Nombre especie	R2	R3	R4	R5	R10	R11	R12	R13	R13	R16
	76	64	59	103	82	98	94	87	81	105
Hylocharis leucotis							-			
Vermivora celata	24	37	35	26	75	116	51	41	67	86
Junco phaeonotus	44	61	91	51	57	25	1	2	6	99
Colibri thalassinus	30	20	33	25	8	47	21	48	33	37
Eugenes fulgens	17	16	13	19	13	51	52	45	31	30
Diglossa baritula	12	12	10	12	10	49	23	21	39	23
Selasphorus platycercus	17	8	11	19	20	35	13	35	20	32
Selasphorus rufus	16	11	4	7	7	10	2	6	15	12
Catharus occidentalis	6	10	5	3	7	4	8	13	9	7
Wilsonia pusilla	2	4	3	5	9	10	11	5	6	9
Regulus calendula	2	3	2	3	7	9	1	5	6	9
Melozpiza lincolnii	5	3	9	2	8	6	1	0	3	8
Ergaticus ruber	0	1	2	4	3	1	11	8	3	4
Psaltiparus minimus	2	1	2	1	5	1	2	9	3	8
Atlapetes pileatus	0	0	2	0	2	9	6	5	4	3
Oporornis tolmiei	3	2	3	4	5	3	1	0	1	3
Myioborus miniatus	0	2	0	1	1	6	4	4	0	4
Lampornis amethystinus	2	0	2	1	1	3	3	4	1	4
Pipilo ocai	1	0	5	2	1	2	2	2	4	1
Basileuterus belli	0	0	0	0	0	1	5	8	2	0
Pheuticus melanocephalus	0	4	2	0	0	1	0	2	5	0
Vermivora ruficapilla	0	1	2	0	3	3	1	0	2	0

5.2.1. Composición y abundancia de aves por red.

Las cinco especies más capturadas fueron *Hylocharis leucotis, Eugenes fulgens, Diglossa baritula, Selasphorus platycercus y Selasphorus rufus*. La red que más aves capturó fue la R11 mientras que la R2 capturó la menor cantidad de aves durante el periodo de monitoreo (Cuadro 5).

5.2.2. Variables ambientales

El hábitat general en torno a las redes se clasificó en tres tipos: matorral, borde de matorral bosque de *Abies religiosa* y bosque de *Abies religiosa* (Cuadro 5). En cuanto a elevación se refiere, los sitios de redes están ubicados entre los 2,961 y los 2,998 m; en lo relativo a

exposición la mitad de los sitios de redes tiene exposición noroeste y la mitad exposición norte. En cuanto a la pendiente cuatro sitios de redes tienen pendientes superiores al 30%, (R3, R2, R13 y R12) y en los restantes sitios la pendiente va de 0 a 12 %. Los sitios de redes R12 y R13 presentan los mayores valores de hojarasca, en el resto es prácticamente ausente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de las diez redes en los tres tipos de hábitat de la Estación MOSI Neva

Matorral	Borde	Bosque de Abies religiosa
R2	R10	R12
R17	R5	R13
R11	R4	
R13	R16	

5.2.3. Perturbación

En la Estación MOSI Neva existen tres factores de perturbación: el aprovechamiento forestal, la ganadería extensiva y los incendios forestales. La ganadería extensiva es la perturbación mas frecuente en los últimos tres años en las áreas abiertas (Cuadro 7); en consecuencia, el índice de pastoreo resultó severo en el sitio de la R4 y moderado en los sitios R5, R10 y R17.

La incidencia de incendios en todos los sitios fue ligera, dado que en los últimos años no se ha presentado este fenomeno. Sin embargo, la alta cobertura de arbustos de *Salvia mexicana*, *Salvia gesneriflora* y *Salvia iodantha* en el sitio podría ser favorecida por la apertura de claros ocasionados por diversos tipos de perturbaciones; una de ellas es el fuego (Contreras, 1992; Haidinger y Keeley, 1993; Jardel *et al.*, 2006). Los sitios R12 y R13, que son los únicos que ubicados en un sitio de bosque cerrado, presentan el mayor número de árboles caídos, árboles muertos de pie y tocones (Cuadro 7). Únicamente tres sitios presentaron la estructura de bosque de *Abies religiosa*; en los otros siete sitios el bosque fue destruido hace más de 50 años y por lo tanto no presentan ni tocones, ni arbolado muerto, ni árboles caídos, ni árboles muertos de pie.

Cuadro 7. Factores ambientales registrados en los diez sitios donde se colocan las redes de niebla. Pen. = Pendiente; H. = Hojarasca; Pa. = Pastoreo; AC = Árboles caídos; ARC = Árboles con ramas caídas; AMP = Árboles muertos de pie; I.=Incidencia de incendios: 0 = Nulo, 1 = Ligero, 2 = Moderado, 3 = Fuerte, 4 = Severo; Pastoreo: 1 = Ligero, 2 = Moderado, 3 = Fuerte, 4 = Severo.

Red	Altitud	Exposición	Pen.	H.	I.	Pa.	AC	ARC	AMP	Toc.
R2	2,984	NW	32%	0	1	1	3	1	0	0
R3	2,982	NW	33%	0	1	1	2	2	0	0
R4	2,991	N	5%	0.5	1	1	2	2	0	2
R5 R10	2,990 2,982	N N	0% 7%	0 0.5	1 1	2 2	$\begin{array}{c} 0 \\ 0 \end{array}$	1 0	1 0	1 0
R11	2,981	N	0%	0	1	4	0	0	0	0
R12	2,980	NW	30%	4.5	1	1	6	1	2	3
R13	2,985	NW	32%	3.5	1	0	4	2	3	2
R16	2,998	NW	12%	0	1	1	0	0	0	0
R17	2,961	N	0%	0	1	2	0	0	0	0

5.2.3. Estructura de la vegetación

5.2.4.1. Arbolado

Los sitios R12 y R13 se encuentran dentro del bosque y por lo tanto muestran características asociadas a un paisaje arbolado: mayores valores de porcentaje de cobertura de dosel, mayor área basal, mayor DAP, mayor altura promedio de árboles, así como una mayor densidad de árboles. Los sitios R10, R5, R4 y R16 se encuentran al borde del bosque y por lo tanto muestran valores altos o intermedios para los parámetros asociados al arbolado, como por ejemplo el DAP, el área basal y la altura del R4. Los valores más bajos para los otros sitios se deben a la ausencia total de arbolado grande. Es interesante que la mayor densidad de árboles (definido como individuos con un DAP mayor a 2.5 cm) se econtró en el sitio R5, que tiene un alto avance de regeneración de *Abies religiosa*. Aunque el sitio R3 se encuentra asociado a árboles (*Budleja sessiliflora*), es un lugar abierto por lo que también muestra valores intermedios de arbolado como el porcentaje de cobertura de dosel, el área basal y el DAP.

5.2.4.2. Arbustos

En el cuadro 7 se mencionan los valores del índice de densidad horizontal, que es una expresión númerica inversa, mientras mayor sea su valor, menor sera la densidad en el plano del follaje (Bibby *et al.*, 2000). Los sitios R12 y R13 ubicados en el bosque presentan los valores más bajos del índice de densidad horizontal de la vegetación, principalmente por la abundancia de *Salvia gesneriflora* y *Salvia mexicana* en el estrato arbustivo el sitio R12 y por la abundancia de *Senecio angulifolius* en el sitio R13. El máximo porcentaje de cobertura y altura de arbustos también se presento en estos sitios. En el sitio R10, ubicado en el borde del bosque de *Abies religiosa*, ocurrió la mayor densidad de arbustos al igual que en el sitio R13 al interior del bosque. El sitio R5, ubicado en el borde del bosque, presenta valores bajos del índice de densidad horizontal debido a la regeneración de *Abies religiosa*. En contraste, las redes en los sitios R2 y R11 ubicados en matorral, así como el sitio R4 ubicado en borde, presentan los valores más altos del índice de densidad horizontal, es decir un menor follaje (Cuadro 8).

5.2.4.3. Hierbas

En cuanto a las hierbas, los sitios con menores valores de cobertura de herbáceas fueron los que contenían mayor arbolado como el R12 y R13. Sin embargo los sitios R10 y R17 presentan valores bajos de cobertura de hierbas, debido posiblemente al pastoreo. En los sitios R2 y R11 ubicados en el matorral, se encontraron sus mayores valores de cobertura de hierbas, mientras que la densidad máxima de hierbas se presentó en los sitios R17, ubicado en el matorral y R16, ubicado en el borde del bosque (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores de las variables estructurales de la vegetación en los diez sitios donde se colocan las redes en la estación Mosi Neva, Nevado de Colima. Cobdos, Porcentaje de cobertura de dosel; IDH, Índice de densidad horizontal de la vegetación; DAP, Diámetro a la altura del pecho.

		Árboles						Arbustos	Hierbas		
Red	Cobdos (%)	IDH	Área basal (cm²)	DAP (cm)	Altura (m)	Densidad (ind/m²)	Cobertura (cm)	Altura (m)	Densidad (ind/m²)	Cobertura cm ²	Densidad (ind/m²)
R2	16.7	7.0	923.8	30.8	8.3	0.008	31.6	92.0	10.3	198.3	24.0
R3	66.7	4.3	1808.4	47.6	11.2	0.008	46.2	79.3	15.5	66.4	7.0
R4	16.7	6.0	3926.7	54.7	16.9	0.006	33.5	66.9	13.8	68.6	27.0
R5	25.0	3.9	103.3	9.1	4.7	0.026	44.9	112.0	15.3	49.2	20.0
R10	16.7	5.4	139.3	12.8	6.5	0.006	45.0	87.6	27.8	28.1	19.0
R11	8.3	6.5	1017.9	36.0	10.1	0.002	39.9	109.1	8.5	89.0	2.0
R12	58.3	1.9	4070.0	59.6	20.9	0.020	72.5	235.8	14.0	39.4	14.0
R13	79.2	3.9	2055.7	45.5	18.4	0.018	59.6	190.8	17.5	21.3	3.0
R16	0.0	4.9	1613.1	42.2	12.9	0.004	45.1	142.9	12.0	55.7	36.0
R17	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.000	44.8	96.6	11.3	31.9	48.0

5.2.5 Selección de variables estructurales del hábitat

En general, la mayoría de las variables estructurales del hábitat presentan una alta correlacion entre sí, derivadas de relaciones alometricas propias del crecimiento de las plantas vasculares, como la correlación positiva entre la altura y la cobertura de los arbustos, o la correlación positiva entre el diámetro a la altura del pecho y la altura de los árboles (Cuadro 9). Estas correlaciones se deben también a que las variables utilizadas miden los mismos elementos de forma distinta como el Índice de Densidad Horizontal con la altura de arbustos y la cobertura de arbustos (Cuadro 9). Se realizó una prueba de correlación de Pearson para identificar problemas de correlación entre variables. Se utilizaron las variables con menores correlaciones entre sí evitando así el efecto de multicolinearidad entre variables (Graham, 2003) . Las variables seleccionadas tienen correlaciones de Pearson menores a α < 0.05 y son las que representan mejor la variabilidad e información de los datos en estas diez muestras: altura de arbustos, densidad de árboles, porcentaje de cobertura de dosel y la transformación logarítmica de la cobertura de hierbas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estructurales de los sitios de redes de la Estación MOSI Neva, el segundo valor muestra la probabilidad de cada coeficiente, las probabilidades con valores menores a 0.05 se muestran en negritas. Cobdos, Porcentaje de cobertura de dosel; IDH, Índice de densidad horizontal de la vegetación; DAP, Diámetro a la altura del pecho.

	Cobdos (%)	IDH	Arebas (cm ²)	Denarbo (ind/m²)	DAP (cm)	Altarbo (m)	Cobarb (%)	Denarb (ind/m²)	Altarb (cm)	Cobhie (cm ²)	Denhie (ind/m²)
Cobdos (%)	1		\-'-/	/	ζ- /	. ,	(**/)	\- /	\\-\ \\-\ \	
	-0.60292	1									
IDH	0.0650	1									
Arebas	0.43462	34797	1								
(cm ²)	0.2094	0.3245	1								
Denarbo	0.59273	-0.6464	0.19742	1							
(ind/m ²)	0.0709	0.0434	0.5846	1							
	0.51469	21181	0.90467	0.13125	1						
DAP (cm)	0.1280	0.5569	0.0003	0.7178	1						
Altarbo	0.59305	-0.3687	0.90083	0.32611	0.93625	1					
(m)	0.0708	0.2945	0.0004	0.3578	0.0001	1					
Cobarb	0.64879	-0.9116	0.38374	0.54754	0.31704	0.50762	1				
(%)	0.0424	0.0002	0.2736	0.1014	0.3721	0.1342	1				
Denarb	0.26089	-0.2089	-0.1456	0.20166	-0.1923	-0.01239	0.21983	1			
(ind/m ²)	0.4666	0.5623	0.6881	0.5764	0.5944	0.9729	0.5417	1			
Altarb	0.51191	-0.7381	0.43412	0.54648	0.41396	0.61503	0.89803	-0.03071	1		
(cm)	0.1304	0.0148	0.2100	0.1022	0.2343	0.0584	0.0004	0.9329	1		
Cobhie	-0.25142	0.65725	-0.0711	-0.20226	0.08324	-0.10727	-0.59217	-0.48532	-0.3388	1	
(cm ²)	0.4835	0.0389	0.8451	0.5752	0.8192	0.7680	0.0713	0.1551	0.3381	1	
Denhie	- 0.67575	0.12108	-0.2290	-0.38525	-0.4603	-0.48250	-0.30083	-0.16969	-0.2705	-0.0050	1
(ind/m ²)	0.0320	0.7390	0.5244	0.2716	0.1807	0.1578	0.3983	0.6393	0.4496	0.9891	1

5.2.6. Análisis de correspondencia canónica entre las aves y la estructura de la vegetación.

El análisis de correspondencia canónica extrajo el 63.3% de la varianza de los datos en los tres primeros ejes. El primer eje extrajo el 47.3% de la varianza, el segundo el 10.7%, el tercero el 5.3%. El eje 1 presentó las mayores correlaciones con la altura de arbustos (r=0.8968), y la cobertura de dosel (r=0.3894). El eje 2 estuvo correlacionado con la densidad de árboles (r=0.8521) y con la cobertura de dosel (r=0.5818), mientras que el eje 3 presenta su mayor correlación con el logaritmo de la cobertura de hierbas (r=0.8112) (Cuadro 10, Figura 10).

Variables ambientales	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
Cobdos	0.4158	0.672	-0.223	0.5708
Denarbo	0.1396	0.9843	0.0583	-0.091
Altarbu	0.9575	0.2746	-0.0593	-0.0655
logCobhi	-0.2607	-0.2453	0.8977	0.2566

Cuadro 10. Coeficientes de Correlación entre las variables ambientales y los ejes del análisis de Correspondencia Canónica.

Algunos de los factores más importantes de la estructura del hábitat que influyen en la distribución de las aves migratorias de larga distancia y las aves residentes permanentes son: la altura de arbustos, la cobertura de dosel, la densidad de árboles, y la cobertura de hierbas. Las aves residentes como *Basileuterus belli*, *Ergaticus ruber*, *Atlapetes pileatus*, *Eugenes fulgens*, *Myioborus miniatus*, *Lampornis amethystinus* y *Diglossa baritula* utilizan sitios con mayor altura de arbustos. Las especies residentes también muestran una preferencia por sitios con mayor densidad de árboles y mayor cobertura de dosel como *Ergaticus ruber* y *Catharus occidentalis*. La excepción es *Junco phaeonotus* que muestra preferencia por sitios con menor altura de arbustos (Figura 10).

En cambio, las aves migratorias de larga distancia, como *Melospiza lincolnii*, utilizan sitios que presentan menor altura de arbustos. Algunas especies como *Vermivora ruficapilla*, *Regulus calendula* y *Selasphorus rufus* muestran una preferencia por sitios con menor densidad de árboles y menor porcentaje de cobertura de dosel. *Wilsonia pusilla* seleccionó sitios con mayor altura de arbustos. La prueba de Monte Carlo entre las matrices de aves y la estructura de la vegetación alcanza una correlación con una significancia de p = 0.020 con el eje 1, 2, 3 y 4 (Figura 10). Para el caso del colibrí residente *Eugenes fulgens*, que prefiere zonas donde la altura de arbustos es mayor, en estos sitios ocurre el mayor porcentaje de cobertura de *Salvia gesneriflora* y de *Salvia mexicana*. En contraste, el colibrí migratorio de larga distancia *Selasphorus rufus* tiene marcadas preferencias por áreas abiertas (Figura 10), donde *Cestrum terminale*, *Cirsium ehrenbergii*, *Senecio angulifolius* y *Penstemon roseum* presentan sus mayores coberturas.

En síntesis, la ordenación permite identificar dos grupos de especies, aquellas con preferencias por áreas abiertas, donde la cobertura de hierbas presenta sus mayores valores y donde la cobertura del dosel registra sus valor más bajo. Las especies que parecen responder a estos factores ambientales son en su mayoría especies migratorias de larga distancia, entre las que se encuentran *Melospiza lincolnii*, *Vermivora ruficapilla*, *Selasphorus rufus*, *Regulus calendula*, *Vermivora celata* y *Pheuticus melanocephalus*. Mientras que *Basileuterus belli*, *Ergaticus ruber*, *Eugenes fulgens* y *Myioborus miniatus* son especies residentes que presentan su mayores abundancias donde la altura de arbustos registra sus valores más altos. Las especies

migratorias de larga distancia señaladas renglones arriba también parece que presentan una correlación negativa con la cobertura del dosel y la densidad de árboles (Figura 10). Al analizar la ordenación por gremios tróficos (ver gremios de las especies en el Apéndice 1) se observa que las especies granívoras *Junco phaeonotus* y *Melospiza lincolnii* estan asociadas con la cobertura de hierbas. En cambio el gremio de las nectarivoras-insectívoras tiene especies como *Selasphorus rufus* y *Vermivora ruficapilla*, que están ubicadas en el cuadrante de las áreas abiertas, y especies como *Eugenes fulgenes*, asociadas a variables estructurales propias de masas forestales como altura de arbustos, cobertura de dosel y densidad de árboles; el resto de las nectarívoras-insectívoras se localiza principalmente en el cuadrante de las áreas boscosas.

En el caso de las insectívoras sucede lo mismo con especies como *Ergaticus ruber* y *Basileuterus belli*, que muestran una fuerte asociación por las variables estructurales del bosque, en contraste con *Oporornis tolmiei*, que presenta sus mayores abundancias en las áreas abiertas. En cuanto a su distribución geográfica, las especies néarticas como *Melospiza lincolnii*, *Selasphorus rufus*, *Regulus calendula*, *Vermivora ruficapilla*, *Oporornis tolmiei*, estan asociadas a áreas abiertas; en contraste, las especies neotropicales como *Basileuterus belli*, *Ergaticus ruber*, *Eugenes fulgens*, *Catarhus Occidentalis*, *Lampornis amethystinus*, *Psaltriparus minimus*, estan asociadas con áreas boscosas, con excepción de *Junco phaeonotus*.

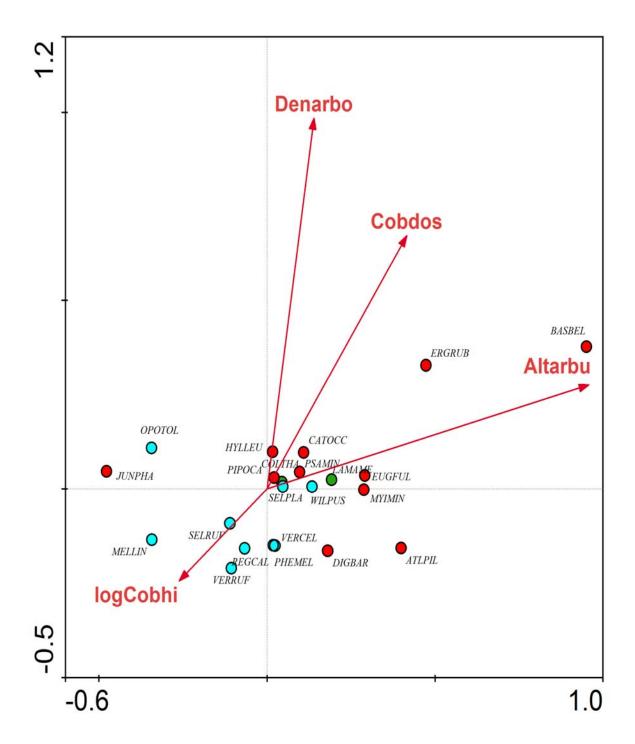


Figura 10. Ordenación con Análisis de Correspondencia Canónica. Los círculos corresponden a las especies de aves y los vectores a las variables estructurales de la vegetación. Los círculos azules corresponden a especies migratorias de larga distancia, los círculos rojos a especies residentes y los círculos verdes a las migratorias locales. Altarbu=Altura de arbustos, Denarbo =Densidad de árboles, Cobdos=Cobertura de dosel y Cobhi=cobertura de hierbas.

5.2.7. Correlaciones entre las aves y algunas variables estructurales del hábitat

Existe una correlación entre la densidad de árboles y la abundancia de aves migratorias de larga distancia (r^2 =0.5593, p =0.0129) (Figura 11). También existe una correlación entre la abundancia de aves migratorias de larga distancia y la cobertura de dosel (r^2 = 0.4132, p=0.0450) (Figura 12). No existen correlaciones significativas entre la densidad de árboles y la abundancia de aves residentes (r^2 =0.0316, p=0.6230), ni tampoco entre la abundancia de residentes y el porcentaje de cobertura del dosel (r^2 =0.1299, p=0.7206)

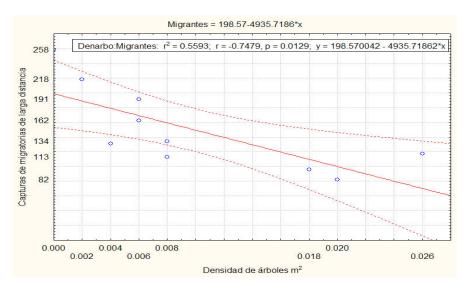


Figura 11. Correlación entre la abundancia de aves migratorias de larga distancia y densidad de árboles.

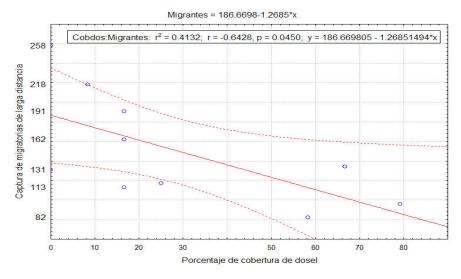


Figura 12. Correlación entre la abundancia de aves migratorias de larga distancia y el porcentaje de la cobertura de dosel.

5.2.8 Análisis de agrupamiento de los sitios de redes

La agrupación (Figura 13 y 14) de los sitios de redes por la composición de las aves capturadas en ellos revela dos grupos. El primero está integrado por un subgrupo que incluye las dos redes ubicadas dentro del bosque (R12 y R13), integradas a las dos redes espacialmente más cercanas a ellas, una ubicada en un sitio de borde (R16) y otra en un sitio en matorral (R11). El segundo gran grupo está formado por el resto de las redes ubicadas en las áreas abiertas en matorral y en borde.

En los sitios de redes R12 y R13, R16 (borde) y R11 (matorral), la composición de aves es similar entre estos pares de sitios quizá a causa de su proximidad espacial. El segundo grupo esta integrado por las redes colocadas en el matorral y el borde, este grupo tiene dos subgrupos principales el integrado por los sitios R2 (matorral) y R5 (borde), posiblemente debido a las altas capturas de *Junco phaeonotus, Vermivora celata e Hylocharis leucotis* en estos sitios; seguido del grupo formado por los sitios de redes R3 (matorral), R17 (matorral), R10 (borde) y R4 (borde).

La agrupación de plantas (Figuras 15 y 16) presenta nuevamente dos grandes grupos, el primero formado por los sitios de redes de bosque (R13), (R12) y borde (R5); y el segundo gran grupo con sitios ubicados en matorral y borde, a su vez este grupo se divide en dos conjuntos, el primero formado por los sitios matorral (R17) y borde (R16); y el segundo integrado por el grupo aislado de un sitio en borde (R10), el subgrupo de matorral formado por la (R11) y (R3), y el subgrupo de borde (R4) y matorral (R2). Queda claro que la composición de especies de aves y la composición de especies de plantas, si bien coinciden en agrupar las dos redes que se encontraban al interior del bosque de *Abies* (R12 y R13) y a las otras redes ubicadas en zonas abiertas, en lo general producen agrupaciones diferentes de las redes. Es decir estos organismos responden a factores diferentes que definen su distribución a la escala del estudio.

% Similitud

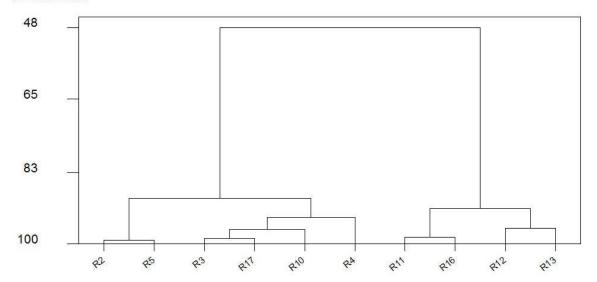


Figura 13. Dendrograma en base a las 23 especies de aves más capturadas en los diez sitios de redes.

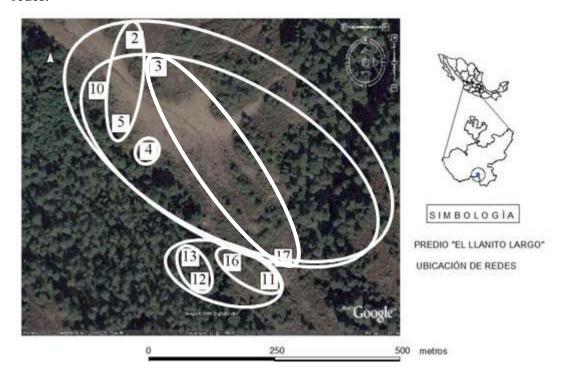


Figura 14. Representación gráfica de los resultados del análisis de agrupamiento de los sitios de redes en base a su composición avifaunística.

% Similitud

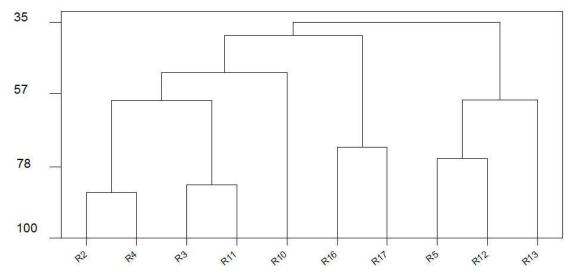


Figura 15. Dendrograma de la composición de plantas vasculares en los diez sitios de redes.

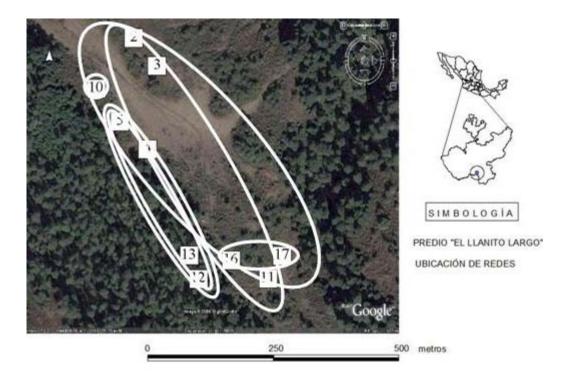


Figura 16. Representación gráfica de los resultados del agrupamiento de sitios de redes en base a su composición florística.

5.2.9 Análisis de correspondencia simple de la distribución de las capturas por hábitat

En el hábitat de matorral se atrapó el 56.3% de las capturas de *Selasphorus rufus*, el 54% de *Myioborus miniatus* y el 52% de *Junco phaeonotus*. En contraste, en el hábitat de borde se registraron el 60% de las capturas de *Pipilo ocai* y el 58% de *Vermivora ruficapilla*, y por último en el hábitat bosque se registró el 81% de las capturas de *Basileuterus belli* y el 51% de las capturas de *Ergaticus ruber*. El primer componente extrajo el 89.8% del total de la varianza de los datos, mientras que el segundo componente el 10.1%. Las especies que más se correlacionan con el primer componente son *Junco phaeonotus*, *Atlapetes pileatus* y *Catahrus occidentalis*. En contraste las especies que más se relacionan con el segundo componente son *Pipilo ocai* y *Pheuticus melanocephalus* (Cuadro 11). Las especies que más contribuyen a la varianza total del datos del primer componente son *Junco phaeonotus* con el 39% y *Basileuterus belli* con el 15.8%. Las especies que más aportan a la varianza total de los datos del segundo componente son *Myioborus miniatus* con el 21% y *Pipilo ocai* con el 13% (Figura 17).

El hábitat de bosque contribuye a explicar el 80% de la varianza de los datos del primer componente. En contraste, el hábitat de borde explica el 52% de la varianza del segundo componente. El primer componente es el que explica mejor a *Basiletuerus belli y Junco phaeonotus*, y ordena a estas especies alejadas del origen pero con signos contrarios. El primer componente podría ser el contraste entre las especies más abundantes en los hábitats de bosque y de borde. El segundo componente es el que explica mejor a *Myioborus miniatus* y a *Pipilo ocai*; este componente podría ser el contraste entre las especies más abundantes en el hábitat de borde y las especies más abundantes en el hábitat de matorral (Cuadro 12). El plano asimétrico por especie ordena a las especies a escala en el sistema de coordenadas principales mientras que los hábitats están ordenados de acuerdo a coordenadas estándar. El primer componente contrasta a las especies más abundantes en el hábitat de bosque (*Basileuterus belli, Ergaticus ruber*) contra las más abundantes en el hábitat de borde (*Junco phaeonotus*). Mientras que el segundo componente contrasta a las especies más abundantes en el hábitat borde (*Pipilo ocai*) (Figura 18).

	Coeficientes de	correlación				
Especies	Componente 1	Componente 2				
Hylocharis leucotis	0.310	0.690				
Vermivora celata	0.694	0.306				
Junco phaeonotus	0.997	0.003				
Colibri thalassinus	0.651	0.349				
Eugenes fulgens	0.978	0.022				
Selasphorus platycercus	0.790	0.210				
Diglossa baritula	0.641	0.359				
Selasphorus rufus	0.715	0.285				
Catharus occidentalis	0.988	0.012				
Wilsonia pusilla	0.815	0.185				
Regulus calendula	0.872	0.128				
Melospiza lincolnii	0.982	0.018				
Ergaticus ruber	0.876	0.124				
Psaltiparus minimus	0.954	0.046				
Atlapetes pileatus	0.990	0.010				
Oporornis tolmiei	0.843	0.157				
Myioborus miniatus	0.557	0.443				
Pipilo ocai	0.003	0.997				
Lampornis amethystinus	0.912	0.088				
Basileuterus belli	0.983	0.017				
Pheuticus melanocephalus	0.265	0.735				
Vermivora ruficapilla	0.415	0.585				

Cuadro 11. Coeficientes de correlación entre las especies de aves y los componentes del análisis de correspondencia simple.

Coeficientes de correlación								
Especies	Componente 1	Componente 2						
Matorral	0.594	0.406						
Borde	0.671	0.329						
Bosque	0.999	0.001						

Cuadro 12. Coeficientes de correlación entre los hábitats y los componentes del análisis de correspondencia simple.

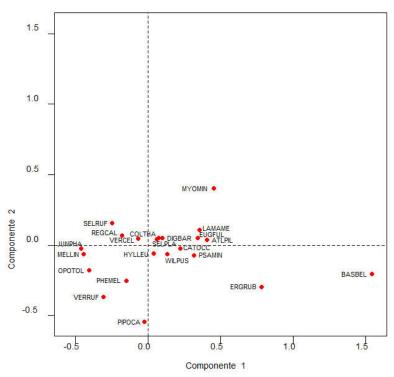


Figura 17. Ordenación de la avifauna por especie de acuerdo a su abundancia por hábitat.

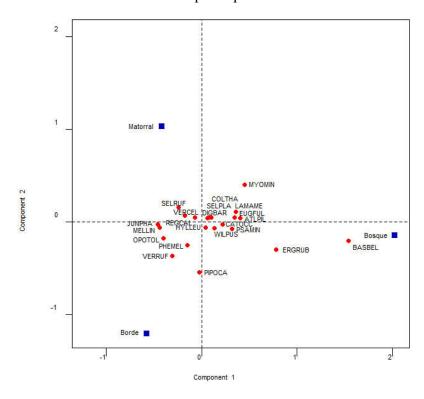


Figura 18. Plano asimetrico de la ordenación de las avifauna incluyendo las tres categorías de hábitat en la Estación MOSI NEVA, Nevado de Colima.

5.3. Abundancia estacional de la comunidad de aves

5.3.1. Esfuerzo de captura

El trabajo de campo consistió en 22 muestreos efectuados en dos periodos, el primero de enero de 2006 a abril de 2007 y el segundo de noviembre de 2007 a abril de 2008 (Cuadro 1).

5.3.2. Riqueza estacional

La mayor riqueza se presentó en el mes de agosto de 2006 con 26 especies/100 horas red, seguida del mes de abril de mismo año con 24 especies/100 horas red (Figura 19). Limitando el análisis a los inviernos el mayor número de especies se presentó tanto en marzo de 2007 y en marzo de 2008 con 16 especies/100 horas red, respectivamente. En abril de 2006 el pico de abundancia y riqueza estacional coincidieron (Figura 19).

5.3.3. Abundancia estacional

Dado que únicamente se muestrearon meses de verano durante un año (2006), no es posible hacer comparaciones con los años 2007 y 2008. Durante los cuales no hubo muestreos de verano, por lo tanto las comparaciones entre años se restringuen a los meses de invierno. La mayor abundancia estacional (Figura 19) se presentó en abril de 2006 con 319.5 capturas/100 horas red, nuevamente ocurrió el mismo fenómeno en abril de 2007 con 177.67 capturas/100 horas red, y se repitió en abril de 2008 con 224.25 capturas/100 horas red. El mes con la menor abundancia fue junio de 2006 con 50 capturas / 100 horas red (Figura 19). Aparentemente el verano es la epoca del año con la menor abundancia de aves.

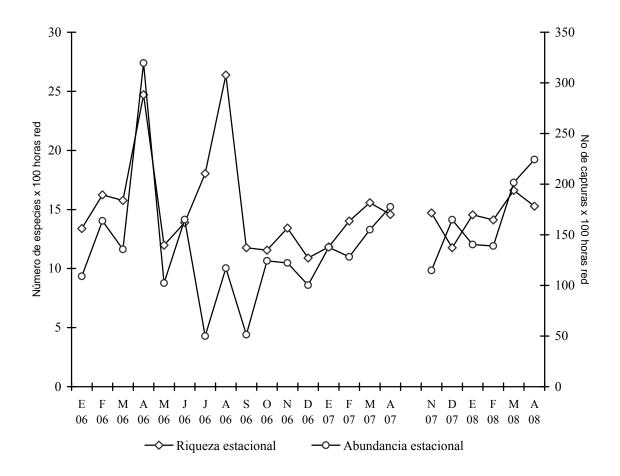


Figura 19. Riqueza estacional y abundancia estacional de la avifauna capturada con redes en la Estación MOSI Neva, Nevado de Colima.

5.3.4. Abundancia estacional por gremio trófico

La mayor abundancia de aves nectarívoras-insectívoras se registró en la primavera, durante el mes de abril de 2006 (Figura 20). En abril del 2007 se presentó nuevamente el mismo incremento estacional, repitiéndose en abril de 2008. En cambio, las aves granívoras presentaron dos picos de abundancia, durante la primavera (abril) e invierno (diciembre) de 2006. En contraste, la mayor abundancia de las aves insectívoras se registró durante el verano de ese mismo periodo (agosto). Durante el año 2006, las aves frugívoras—insectívoras presentaron dos picos de abundancia, el primero en abril y el segundo en verano (Figura 20).

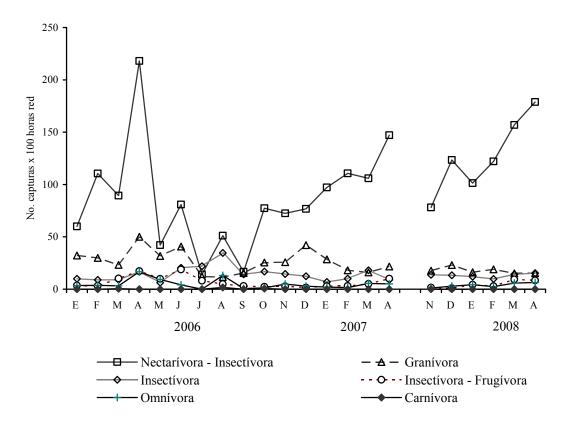


Figura 20. Abundancia estacional de la avifauna capturada en redes por gremio trófico.

5.3.5. Abundancia estacional por condición migratoria

La especie residente-migratoria local presentó su pico de abundancia en abril de 2006, 2007 y 2008 (Figura 21). En cambio, las residentes permanentes fluctuaron en torno a una abundancia promedio de 60 capturas/100 horas red, sin picos claramente diferenciados. Las migratorias locales tuvieron su mayor pico de abundancia en la primavera durante el mes de abril de 2006 y 2007, y un pico más pequeño durante el verano, en agosto de 2006. En cambio, las migratorias de larga distancia presentan picos de abundancia más suavizados de febrero a marzo durante los tres inviernos, estando ausentes o con abundancias muy bajas entre mayo y agosto.

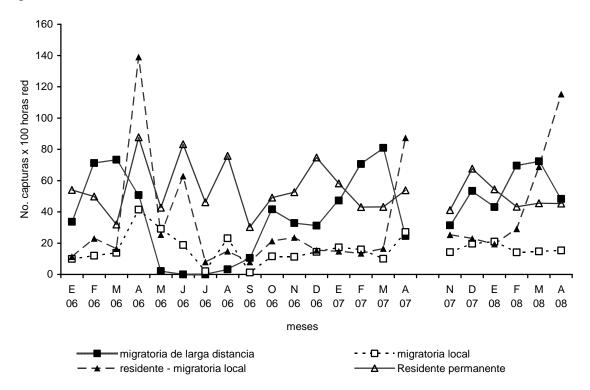


Figura 21. Abundancia estacional de la avifauna capturada con redes, por condición migratoria.

5.4. Abundancia estacional de especies selectas

5.4.1. Abundancia estacional de *Selasphorus rufus* por sexo y edad.

Selasphorus rufus es un nectarívoro-insectívoro migratorio de larga distancia que permanece en la Estación MOSI Neva de octubre a marzo (Figura 22). En el invierno 2005-2006 su mayor abundancia se registró en el mes de febrero de 2006, conformada principalmente por machos adultos. En el invierno 2006-2007 el pico de abundancia de *Selasphorus rufus* se registró en febrero de 2007, compuesto en su mayoría por hembras adultas.

En el invierno 2007-2008 la abundancia de *Selasphorus rufus* tuvo dos crestas, la primera en diciembre de 2007, conformada por machos juveniles y la segunda en marzo de 2008, constituida por hembras adultas (Figura 22). Es interesante notar que en el invierno 2005-2006 se capturaron más machos que hembras, mientras que en los inviernos 2006-2007 y 2007-2008 las hembras fueron más numerosas que los machos. Por último, en el invierno 2007-2008 los machos juveniles llegaron antes (diciembre 2007) que los machos adultos (febrero 2008).

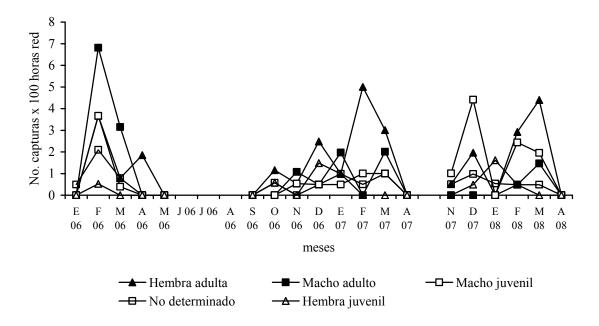


Figura 22. Abundancia estacional de Selasphorus rufus por sexo y edad.

5.4.2. Abundancia estacional de *Vermivora celata* por sexo y edad

Vermivora celata es un nectarívoro-insectívoro migratorio de larga distancia que llega a la Estación MOSI Neva en septiembre y permanece en ella hasta abril (Figura 23). En el invierno 2005-2006 el mayor pico de abundancia de *V. celata* se registró en el mes de marzo y estuvo formado por individuos no determinados. En el invierno 2006-2007 su mayor abundancia se registró en marzo de 2006 y estuvo constituida por machos juveniles. En el invierno 2007-2008 la mayor abundancia se registró en febrero de 2008, constituida por hembras juveniles. Durante los tres inviernos los machos se fueron antes que las hembras.

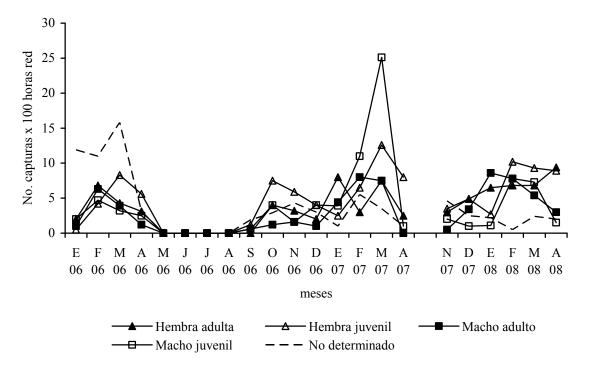


Figura 23. Abundancia estacional de Vermivora celata por sexo y edad

5.4.3. Fidelidad al sitio por *Vermivora celata* durante el invierno

En la Estación MOSI Neva, conforme el invierno avanza, la proporción de *Vermivora celata* residentes de invierno disminuye y la proporción de transeúntes aumenta (Cuadro 13, Figura 24). En marzo de 2007, la proporción de *Vermivora celata* residentes de invierno fue del 5% en comparación con un 95% de transeúntes (n=112).

Cuadro 13. Porcentaje de residentes de invierno y transeúntes de *Vermivora celata* en la Estación MOSI Neva.

Invierno	Meses		N	D	Е	F	M	A
	N	-	-	-	33	61	88	17
2005-2006	% Residentes de invierno	-	-	-	3	5	5	0
2003-2000	% Transeúnte	-	-	-	97	95	95	100
	N	33	27	28	39	66	112	24
2006-2007	% Residentes de invierno	12	19	14	10	9	5	8
2000-2007	% Transeúntes	88	81	86	90	91	95	92
	N	-	27	33	39	65	60	49
2007-2008	%Residentes de invierno	-	19	21	26	8	12	6
2007-2008	%Transeúntes	-	81	79	74	92	88	94

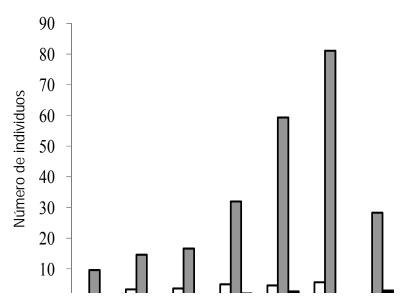


Figura 24. Promedio de individuos residentes de invierno y transitorios de *Vermivora celata* durante los inviernos 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008.

5.4.3. Abundancia estacional de *Hylocharis leucotis* por sexo y edad.

Hylocharis leucotis es un nectarívoro-insectívoro residente-migratorio local en la Estación MOSI Neva. En abril de 2006, 2007 y 2008 *Hylocharis leucotis* presento un pico de abundancia, este incremento estuvo constituido principalmente por machos adultos y juveniles (Figura 25).

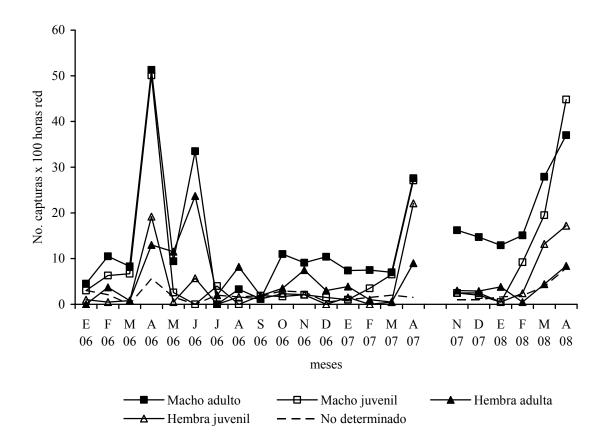


Figura 25. Abundancia estacional de Hylocharis leucotis.

5.4.3. Abundancia estacional de *Colibrí thalassinus* y *Lampornis amethystinus*.

Colibri thalassinus y Lampornis amethystinus son especies nectarívoras—insectívoras que migran localmente. En el año de 2006 Colibri thalassinus se ausentó del área de estudio durante la época de lluvias, de mayo a agosto y regresó en septiembre (Figura 26). Durante la ausencia de Colibri thalassinus se registró la mayor abundancia de Lampornis amethystinus en los meses de junio y agosto de 2006, sin registrar ningún individuo en julio.

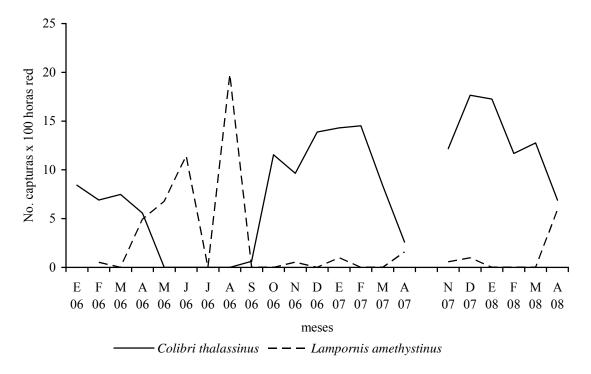


Figura 26. Abundancia estacional de Colibrí thalassinus y Lampornis amethystinus.

VI. DISCUSIÓN

Evaluación de la representatividad de la lista de especies de aves generada.

El presente estudio generó un inventario de 78 especies mediante el uso de redes de niebla en un área aproximada de cinco hectáreas, y 27 especies adicionales mediante observaciones incidentales en un área mayor, produciendo un total de 105 especies registradas, para una superficie aproximada de 60 ha. Esta cifra es bastante alta para una superficie tan pequeña. Sabemos que los modelos predictivos de riqueza para las especies capturadas con redes (Figura 3) muestran que nuestro inventario de redes alcanzo entre el 77% y el 85% del total de especies esperadas. Clench (1979) señala que 94% es el porcentaje de riqueza satisfactorio en los modelos predictivos, valor que no se alcanzó en este estudio. Esto sugiere que, a pesar de tener un esfuerzo de muestreo de más de un año y medio y siguiendo el protocolo de monitoreo MOSI aceptado e implementado a nivel continental, aún hace falta un muestro más intenso en el área para detectar especies que son más raras, escasas o difíciles de capturar pero que deben estar presentes. La aplicación de los criterios establecidos por Gómez de Silva (2001) para evaluar si los inventarios de aves están completos también sugiere que a nuestro inventario le falta la familia Thraupidae.

Algunos de los factores que limitan el inventario son que de los 22 muestreos 17 fueron durante el invierno, y que las salidas de campo fueron de solo dos días de duración por mes. Adicionalmente, la lista de especies se elaboró principalmente utilizando el método de captura con redes de niebla. Este método tiene la ventaja de detectar aves escurridizas, silenciosas y cripticas, y es valioso para permitir la identificación cuando los observadores no tienen mucha experiencia (Santana y Villaseñor, 2003). El método es valioso además por ser el único que se puede utilizar para anillar estas aves y generar información sobre sobrevivencia, muda, temporada de reproducción y estado de salud, entre otros parámetros. Además es muy ameno para capacitación y educación ambiental, objetivos principales de las estaciones MOSI. Sin embargo, tiene también varias limitaciones entre las que destacan: las redes muestrean solo una porción de la avifauna que se encuentra de dos a tres metros del suelo, que la colocación de las redes en lugares óptimos depende de la habilidad del investigador y que las redes en áreas abiertas no son muy efectivas. Adicionalmente, las aves pueden aprender a evadir las

redes, y las diferencias en el número, altura y frecuencia de vuelos de diferentes especies, sexos o en diferentes temporadas puede influir en su tasa de captura; finalmente, la efectividad de captura no es constante entre diferentes especies ya que depende de su peso, comportamiento en la red, y habilidad de evasión de la red según la luz de malla (Remsem y Good, 1996; Santana 2000). Por estas razones los inventarios con redes de niebla deben ser complementados con métodos visuales y auditivos de detección de aves como los transectos Emlen y puntos de conteo de radio fijo (Ralph *et al.*, 1996).

Caracterización e importancia de la avifauna de la Estación MOSI Neva

Aún con estas limitaciones, el haber detectado en este estudio 105 especies en el área le confieren a la misma una relevancia importante para la conservación de especies en el estado y el país. Esta cifra añade 14 especies que no estaban publicadas en la evaluación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (Arizmendi y Marquéz-Valdemar, 2000) y eleva las especies de aves conocidas para el AICA Nevado de Colima a 131 especies que representan 19.7% de la avifauna del estado de Jalisco (Palomera et al., 2007). La Estación MOSI Neva es valiosa para la conservación de las aves, ya que alberga una especie en peligro de extinción, dos amenazadas, siete en protección especial y once endémicas, lo que representa el 9% de las especies en peligro de extinción, el 9% de las amenazadas, el 13% de las especies en protección especial y el 22% de las endémicas para el estado de Jalisco. El 10.4% de las especies registradas en la Estación MOSI Neva son endémicas a las montañas de México que albergan importantes centros de endemismo a nivel continental (Stotz, 1999; Peterson y Navarro, 2000). El presente estudio aporta al conocimiento sobre la composición de aves en zonas de montaña de México y es comparable con otras investigaciones en el país (Cuadro 14). La Estación MOSI Neva muestra un alto número de especies considerando las restricciones de condiciones metódologicas, meteorológicas, y de superficie (Cuadro 14). La Estación Científica Las Joyas (ECLJ), en la Sierra de Manantlán registra una mayor riqueza de especies debido a varios factores, siendo los principales el tiempo de muestreo, que fue mucho mayor (4 años de redes de niebla y 14 años de observaciones incidentales y estandarizadas), la superficie muestreada fue mayor, la ECLJ se encuentra a menor altitud con clima menos extremo y presenta una mayor diversidad y complejidad de tipos de vegetación (Santana, 2000).

Cuadro 14. Comparación de la riqueza avifaunística de la Estación MOSI Neva, Nevado de Colima, con otras regiones montañosas. BA = Bosque de *Abies*, BMM = Bosque mesófilo de montaña, BP = Bosque de Pino, BPQ = Bosque de pino-encino, BQ = Bosque de encino VS = Vegetación secundaria, PA = Pastizal, AF = Aprovechamientos forestales, AG = Agricultura.

	MOSI NEVA	ECLJ, MANANTLÁN	IZTACCÍHUATL POPOCATEPETL	NEVADO DE TOLUCA	SAN JUAN NUEVO	SIERRA NEVADA
Altitud	3,000 Msnm	1560–2,220 msnm	2,500–4,500 Msnm	3,800 msnm	1500 – 3250 msnm	2,450-3,300 msnm
Superficie	5 ha	1,245 ha	92,997 ha		23,431 ha	4,000 ha
Temperatura promedio	5-12°C	22°C	7.7°C	4.6°	18°C	3-22°C
Vegetación dominante	VS, BA	BMM, BP, BPQ, VS.	BP, BA, BQ, BPE, PA	BP, PA	BP, BA, AF	BQ, BPQ, AG
Técnicas de inventario	Redes de niebla, observaciones incidentales	Redes de niebla, puntos de conteo	Observaciones	Área de busqueda	Conteo por puntos de radio fijo	Observaciones visuales, redes de niebla
No. Total de especies de aves	105	221	197	44	101	104
No. Endémicas	10	22	17	1	7	6
%Trochilidae	13.3	9.5	7.10	9.0	6.9	2.8
%Tyrannidae	10.4	10.4	9.6	4.5	7.9	6.7
% Parulidae	12.3	12.2	8.6	9.0	11.8	12.5
Fuente de información	Este estudio	Santana, 2000	Meléndez, 2000	Gómez y Medellin, 2001.	Sosa, 2003	Bojorges, 2004

Mayores niveles de diversidad de aves a menores altitudes es un patrón común en zonas montañosas (Cuadro 14) (Terborgh, 1977). El Nevado de Toluca se encuentra en uno de los climas más extremos de cualquier área boscosa de México y por lo tanto tiene pocas especies, aunque se documentan familias de aves que se encuentran en todos los hábitat boscosos del país (Gómez y Medellín, 2001). Muy probablemente los inventarios de Sierra Nevada y San Juan Nuevo esten incompletos dado que la riqueza de especies de aves es baja considerando los amplios gradientes altitudinales, los tipos de vegetación y la gran superficie que incluyen.

Las familias con mayor número de especies en la Estación MOSI Neva son Trochilidae con 14 especies, seguida por Parulidae con 13 y Tyrannidae con 11 (Figura 4). Estas tres familias también fueron las que presentaron un mayor número de especies en otras zonas de montaña

inventariadas del país, aunque el orden de representatividad fue distinto. Lo que resalta para la Estación MOSI Neva es la dominancia de especies de colibríes en comparación con otros sitios. Esta comparación sólo es valida con el inventario de aves de la Sierra Nevada y la Estación Científica Las Joyas, ya que fueron los únicos sitios donde se utilizaron redes de niebla. En base a los resultados de la Estación MOSI Neva, se plantea la hipótesis de que, a medida que aumenta la altitud, el gremio nectarívoro adquiere una relevancia mayor debido a la mayor presencia de plantas que aportan néctar a su dieta, y a la escasez temporal y absoluta de insectos y frutas debido a las bajas temperaturas que limitan la abundancia y riqueza de especies que consumen estos recursos (Terbough, 1977; Patersson *et al.*, 1998). La invalidación de esta hipótesis requiere hacer estudios comparativos, estandarizando las mismas técnicas y esfuerzos de muestreo, entre varios transectos altitudinales en diferentes montañas, en los cuales se mide de forma simultánea el estado del tiempo, la abundancia y composición de la comunidad de aves y sus recursos alimenticios.

La alta densidad de colibríes (Figura 5) podría deberse a la disponibilidad estacional de flores tubulares (Lobelia laxiflora, Stachys coccinea, Salvia gesneriflora, Salvia iodantha, Salvia mexicana, Penstemon roseum y Cestrum terminale) y flores con forma de copa (Senecio angulifolius, Buddleja cordata y Cirsium ehernbergii), en la Estación MOSI Neva (DesGranges y Grant, 1980; Calder y Contreras, 1995, Arizmendi, 2001). Algunas de estas plantas con síndrome de colibrí podrían beneficiarse de la heterogeneidad ambiental del sitio, dado que los claros pequeños del bosque del tienen más luz pero condiciones físicas menos rigurosas que los claros grandes (Feinsinger, 1976; Feinsinger et al., 1988). En cuanto al gremio trófico, la alta proporción de individuos nectarívoros-insectívoros es superior a lo citado por Contreras y Santana (1995) para estados serales iniciales de bosques quemados en la ECLJ, Sierra de Manantlán por lo que quizá la Estación MOSI NEVA, un sitio altamente perturbado por ganadería e incendios forestales podría funcionar como un sitio de descanso (stopover site) para algunas especies en su ruta migratoria.

Es notable la dominancia de una especie en la comunidad de aves de sotobosque, ya que una de cada cuatro aves capturadas en la Estación MOSI Neva fue de la especie *Hylocharis leucotis*. Cinco especies fueron las dominantes en la comunidad ya que representaron el 66%

del total de los individuos capturados (Figura 6). La alta dominancia jerarquica de los colibríes *H. leucotis, C. thalassinus y E. fulgens* en sus interacciones competitivas por acceso a recursos podría explicar en parte su alta abundancia relativa (DesGranges y Grant 1980). La alta proporción de especies "raras" y "poco comunes" en contraste con las "relativamente comunes", "comunes" y "abundantes" es coherente con los patrones de estructuación de comunidades de aves (MacArthur, 1957), es decir las especies comunes son muy abundantes en número y las especies raras son demasiado escasas (Figura 7).

En la Estación MOSI Neva los colibríes se reproducen a finales del invierno e inicio de primavera, aprovechando la mayor disponibilidad de néctar estacional en la región (DesGranges y Grant, 1980). En cambio, *Diglossa baritula* muestra un patrón bimodal de reproducción (Figura 9) similar al descrito para la ECLJ, Sierra de Manantlán (Schondube *et al.*, 2003). El resto de los paseriformes residentes crían a final de la estación seca y a inicios de la época de lluvias en concordancia con lo descrito por Loiselle y Blake (1991), Ornelas y Arizmendi (1995), y Santana (2000). Por último, algunos migratorios locales como *Ptilogonys cinereus y Carduelis notata* vienen a reproducirse a la Estación MOSI Neva un mes antes que lo descrito por Santana (2000) para la ECLJ.

La presencia de once especies endémicas a México, diez en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y seis migratorias neotropicales de larga distancia que tienen tendencias poblacionales negativas, sugieren la importancia regional e internacional que tiene el Nevado de Colima para la conservación de la avifauna de Norteamérica. Actualmente una de las mayores presiones en las parte baja de la Sierra de los Volcanes es el cambio de uso de suelo para el establecimiento de huertas de aguacate (José Villa com. pers.; Del Castillo, 2008). Eventualmente este proceso podría aislar aún más los bosques de montaña de los bosques de tierras bajas de la Sierra de los Volcanes, e interrumpir la migración altitudinal principalmente de las aves nectarívoras e insectívoras-frugívoras; de dichos grupos una de cada tres especies realiza migraciones locales en la región. Esto afectaria los servicios ambientales como la polinización y la dispersión de semillas (Stotz, 1999). La franja altitudinal entre los 1,800 y 2,200 m.s.n.m, donde actualmente se está cambiando el uso de suelo en la Sierra de los Volcanes, es una zona de importante riqueza de especies (Stotz, 1999; Santana 2000).

Registros relevantes

El registro de *Strix occidentalis* en la Estación MOSI Neva es relevante ya que no se había documentado desde 1959 cuando Schaldach (1963) colectó una pareja de búhos en la vertiente norte del Volcán Nevado de Colima. Esta especies se asocia tradicionalmente con bosques de coníferas en cañones profundos y montañas con un grado mínimo de perturbación, situación muy distinta al contexto de perturbación general que presentan los bosques de confieras del Nevado de Colima; sin embargo, esto sugiere el buen estado de los bosques remanentes adyacentes al sitio (Gutiérrez y Pritchard, 1985).

Los diecisiete nuevos registros altitudinales para la avifauna de México demuestran la necesidad de continuar estudiando las aves terrestres de los ambientes montanos en la república mexicana (Cuadro 3); algunos de estos nuevos registros son especies que migran localmente, cuyo límite altitudinal superior no había sido documentado (Ornelas y Arizmendi, 1995; Gomez de Silva, 2002). La captura de tres individuos de *Junco hyemalis* en la Estación MOSI Neva, a 600 kilómetros al sur de su distribución invernal (Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas) representa el primer registro de esta especie para el estado de Jalisco. La presencia de individuos de *Junco hyemalis* fuera de su ámbito normal de distribución geográfica puede ser resultado de desorientación migratoria por defectos en la brújula interna o a un desvio en su ruta migratoria debido a condiciones climáticas adversas (Berthold, 2001).

Asociación de especies de aves con características de hábitat.

Los resultados de la ordenación podrían reflejar la distribución particular de *Eugenes fulgens* (más asociado a bosques) en función del recurso de flores tubulares y de *Selasphorus rufus* (más asociados a matorral) en función de una variedad de flores (Wolf *et al.*, 1976, DesGranges y Grant 1980; Hutto, 1985; Feissinger *et al.*, 1998). La preferencia de *Melospiza lincolnii, Vermivora ruficapilla, Selasphorus rufus, Regulus calendula, Vermivora celata* y *Pheuticus melanocephalus* por áreas perturbadas abiertas es congruente con estudios previos de estas especies (Hutto, 1980; Hutto 1989; Contreras y Santana, 1995; Santana, 2000; Arizmendi, 2001). Esta preferencia, como se mencionó antes, podría estar influenciada por factores como la disponibilidad de alimento y la competencia interespecífica e intraespecífica

(Hutto, 1980; Berthold, 2001). El porcentaje de cobertura de dosel y la densidad de árboles son factores que han sido sugeridos como importantes para algunas aves migratorias de larga distancia durante su época reproductiva (James, 1971; Whitmore, 1975; Clark *et al.*, 1983). La correlación negativa entre la abundancia de aves migratorias y el porcentaje de cobertura de dosel (Figura 12) es similar a los resultados encontrados por Contreras y Santana, (2005) para estados sucesionales iníciales de bosques de pinos quemados. La clasificación de *Ergaticus ruber* como especialista de bosque a partir de los resultados del Análisis de Correspondencia Canónica (Figura 10) de este estudio es consitente con Santana (2000), pero no sucede así para *Eugenes fulgens, Basileuterus belli y Myioborus miniatus*, que muestran una distribución menos específica a un hábitat en la Estación Científica Las Joyas, Sierra de Manantlán (Santana, 2000).

La alta riqueza de especies registrada en el verano (Figura 16) quizá es un resultado originado por por la disponibilidad de insectos ligada a las altas temperaturas y humeda durante estos meses (Poulin *et al.*, 1992) (Cuadro 8). En contraste, la coincidencia de los picos de riqueza y abundancia estacional a inicios de primavera son patrones que en el caso de las aves nectarívoras pudieran reflejar una mayor disponibilidad de recursos alimenticios como *Salvia mexicana* y *Salvia gesneriflora* (DesGranges y Grant, 1980; Feinsinger, 1976; Santana, 2000). La tasa de 302 capturas/100 horas red para el mes de abril de 2006 en la Estación MOSI Neva es de las mayores citadas en la literatura (García-Ruvalcaba, 1991; Contreras y Santana, 1995).

Cuadro 15. Comparación de los picos de abundancia de algunas especies de aves nectarívoroinsectívoras entre la Estación MOSI Neva y la ECLJ, Sierra de Manantlán.

	Meses con mayor abundancia de individuos								
	MOSI Nevado de Colima		ECLJ Sierra de Manantlán						
Colibri thalassinus	Diciembre	Marzo	Diciembre						
Hylocharis leucotis	Abril	Mayo	Febrero						
Lampornis amethystinus	Agosto	Junio	Junio-						
Eugenes fulgens	Abril	Marzo	Julio						
Selasphorus rufus	Febrero	Enero	Enero						
Vermivora celata	Marzo	Enero	-						
Diglossa baritula	Octubre	Junio	Enero						
Referencia	Este estudio	(Santana, 2000)	(Arizmendi, 2001)						

Las diferencias mensuales en los picos de abundancia de algunas especies nectarívorasinsectívoras entre la ECLJ, Sierra de Manantlán y la Estación MOSI Neva, Nevado de Colima (Cuadro 15) podrían deberse a la variabilidad en la disponibilidad de recursos ligados a patrones fenológicos dependientes del sitio (Chapman *et al.*, 1999)

En la Estación MOSI Neva, conforme el invierno avanza, la proporción de individuos de *Vermivora celata* que son residentes de invierno disminuye y la proporción de individuos transeúntes aumenta (Cuadro 10). Estos transeúntes podrían provenir de otros sitios de tierras altas, siguiendo la fenología floral (Calder y Contreras, 1995) o proceder de sitios en tierras bajas que experimentan defoliación de la vegetación (Saracco *et al.*, 2008). Es necesario continuar con el anillamiento de aves terrestres en la Estación MOSI Neva durante el invierno para sustentar estas hipótesis, con el fin de dar seguimiento a los parámetros poblacionales de los invidivuos marcados. Por último, la separación espacial que muestran machos y hembras de *Vermivora celata* y *Selasphorus rufus* es conocida como migración diferencial (Berthold, 2001); es decir, los machos inician su viaje de retorno antes que las hembras, lo cual es congruente con lo observado anteriormente (Schondube *et al.*, 2005).

El aumento de *Hylocharis leucotis* en abril de los tres años podría ser producto de un flujo de migrantes locales (altitudinales) que aprovecha la abundancia estacional de recursos florales en la Estación MOSI Neva (DesGranges y Grant, 1980; Santana, 2000). En la estación MOSI Neva tanto *Colibri thalassinus* como *Lampornis amethystinus* tienen marcadas fluctuaciones estacionales, por lo que ambas especies son clasificadas como migrantes locales (DesGranges y Grant, 1980). En la Estación MOSI Neva *Lampornis amethystinus* es una especie nómada en el límite superior de su distribución altitudinal. Durante la temporada de lluvias posiblemente migre altitudinalmente siguiendo la floración estacional de *Penstemon roseum* en las áreas abiertas del Nevado de Colima (Langle obs. pers.). Esto contrasta con su comportamiento como residente permanente en menores altitudes con ambientes más estables, como el caso de la ECLJ, Sierra de Manantlán (Santana, 2000).

Recomendaciones generales para programas de captura y anillamiento de aves con esfuerzo constante.

Las estaciones MOSI no contemplan formalmente la realización de análisis de asociación entre capturas de aves y la estructura y composición de la vegetación en las inmediaciones de las redes. Si bien el análisis cuantitativo de hábitat se contempla en algunos protocolos de monitoreo (Ralph *et al.*, 1996), no se sugiere explícitamente que estos se realicen a nivel de redes individuales. Los resultados de este estudio demuestran que es posible detectar asociaciones y patrones en la composición de especies de aves y sus abundancias a nivel de red, relativos a la composición y estructura de la vegetación. Dada la gran falta de información cuantitativa sobre la ecología y los requerimientos de hábitat de las aves de México (Santana, 2000; Rich *et al.*, 2004; Santana, 2005), con base en los resultados de este trabajo hacemos la propuesta de que los protocolos de monitoreo del Programa MOSI incorporen explícitamente la caracterízación de hábitat a nivel de red.

A medida que se consolidan las estaciones, pueden aumentar el número de redes en diferentes condiciones de hábitat en una misma estación, generando análisis más robustos. Adémas, cuando los datos son recabados siguiendo una metodología sistematizada, posteriormente se pueden incorporar bases de información por red para realizar comparaciones a nivel de ecorregiones, tipos de vegetación, estados sucesionales, altitudes, latitudes, etc., generando un nivel superior de análisis. Una aportación de este trabajo es justamente la posibilidad de elaborar un protocolo sencillo que permita que ornitólogos colaboren con botánicos para generar información requerida para desarrollar este tipo de análisis.

Recomendaciones para el manejo del Parque Nacional Nevado de Colima

A partir de la experiencia del monitoreo de aves de la Estación MOSI Neva proponemos varias sugerencias de manejo. Durante el programa participaron como voluntarios un total de 80 personas; el 31% fueron biólogos u ornitólogos con preparación profesional, la mayoría (50%) eran alumnos que les gustan las aves y el resto eran amantes de las zonas silvestres para acampar (16%). Es decir, existe el potencial para que esta y otras estaciones de monitoreo en el Parque Nacional Volcan Nevado de Colima se conviertan en experiencias de educación

ambiental y vinculación social, cuya contribución a construir relaciones publicas del parque es inmensa y positiva. Alumnos de escuelas aledañas al parque, niños de los ejidos y las comunidades circundantes al parque, y grupos de profesionistas o ciudadanos interesados en la conservación son posibles públicos meta para contemplar en la participación de un proyecto de anillamiento y monitoreo. Sin embargo, el bienestar de las aves es prioridad número uno de este tipo de estudio, por lo cual la participación no implica manipular aves, sino más bien observar y aprender como se capturan, se procesan, se anillan y liberan; esto vinculado a presentaciones sobre ecología y conservación de las aves y su ecosistema (Villaseñor y Santana, 2003). El listado de especies de aves y sus abundancias nos permite reconocer el valor potencial de la zona para promover la visita pública y el ecoturismo basado en observación de aves. Las aves representan un atractivo con valor económico, como lo tienen las pirámides, la playa o paisajes hermosos. El ecoturismo basado en aves es una de las actividades económicas recreativas de rápido crecimiento en Estados Unidos y Canada, y se hace cada año más relevante en México (Rich, 2008).

El predio "El Llanito largo" tiene al menos 30 especies de aves que son algunas de las más atractivas para los observadores de aves por ser endémicas, estar en peligro o amenazadas de extinción, o por ser extremadamente hermosas o interesantes. Información como la generada en este estudio contribuye a diseñar los recorridos para turistas y la infraestructura necesaria para aumentar el número de especies de aves observadas y la calidad de la experiencia, así como para determinar las fechas de visita donde hay mayores probabilidades para observar el mayor número de especies o alguna especie en específico.

El manejo del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima requiere contar con programas de investigación y monitoreo que retroalimenten las acciones de manejo que se implementen. Esto se debe contemplar bajo un enfoque de manejo adaptativo (Holling, 1978; Walters, 1986) donde el monitoreo genera información sobre las respuestas de diferentes componentes del sistema a las acciones de manejo, lo cual permite a su vez evaluar y modificar las estrategias y acciones de manejo. Acciones como reforestación, aclareos, aprovechamiento forestal, introducción o exclusión de ganado, inducción o disminución del fuego, apertura de áreas remotas a visitantes y otras acciones comunes deben ir acompañadas de protocolos de

monitoreo para evaluar su impacto y efectividad. Las aves y los programas como la Estación MOSI Neva son idóneos para estos fines. La experiencia muestra que se pueden implementar estos protocolos a bajo costo y con beneficios complementarios a los relativos a la investigación, apoyando el manejo.

Este estudio nos permite determinar la afinidad de hábitat e inclusive de microhábitat de algunas especies de aves de montaña. Concretamente:

- a) Especies que requieren cobertura boscosa como Ergaticus ruber, Basileuterus belli y Catharus occidentalis.
- b) Especies que requieren áreas con arbustos altos como Eugenes fulgens, Myioborus miniatus, Atlapetes pileatus, Lampornis amethystinus y Diglossa baritula.
- c) Especies que requieren áreas abiertas como *Vermivora ruficapilla, Regulus calendula y Selasphorus rufus*.
- d) Especies que requieren áreas abiertas con arbustos bajos como *Junco phaeonotus* y *Melospiza lincolnii*.

Esta información aporta al diseño de una matriz sobre requerimientos de hábitat que nos permite generar modelos sobre el impacto de perturbaciones y modificaciones de hábitat sobre la avifauna. Ello permite conducir la sucesión vegetal a través del manejo para favorecer a las especies que son de mayor interés para fines de conservación y aprovechamiento.

Finalmente, las áreas naturales protegidas enfrenan un nuevo reto emergente: el cambio climático global (Lovejoy y Hannah, 2005). Este reto es especialmente relevante para las áreas naturales protegidas que se encuentran en sistemas montañosos, y que en realidad son "islas" de hábitat rodeadas por ecosistemas que responden a climas diferentes en las partes bajas de la montaña y en los valles. Justamente esta condición insular hace que la flora y fauna de algunas comunidades como el bosque mesófilo de montaña y el bosque de *Abies* sean las más amenazadas, y especies endémicas puedan incluso extinguirse (Peterson *et al.*, 2001). Estudios de monitoreo como en la Estación MOSI Neva en ecotonos y zonas de transición ecológica a través de gradientes altitudinales contribuyen a monitorear los cambios generados por el cambio climático y a generar información para desarrollar estrategias de mitigación.

Recomendaciones de manejo para el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima

Estas recomendaciones son producto de las experiencias generales de trabajo en el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima. A partir de lo aprendido en este estudio podemos hacer las siguientes recomendaciones de manejo en beneficio tanto de la avifauna como de las comuidades bióticas en general:

- Desarrollar un Plan de Restauración Ecológica en el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima y su área de influencia, con el fin de resarcir el deterioro ecológico producido por el manejo histórico de los recursos naturales y sostener una comunidad de aves diversa y saludable.
- Implementar acciones de conservación de suelos en sitios altamente erosionados para controlar la erosión hidríca y permitir así la regeneración de la vegetación, que es parte fundamental del hábitat de las aves.
- Aumentar la proporción de bosques en relación a los claros, implementado un programa de reforestación en los mosaicos de matorral y parches de bosque de abetos, mediante la siembra de *Abies religiosa* ordenados en anillos alrededor de los claros, (siguiendo los bordes), con el fin de maximizar la sobrevivencia de los individuos recien plantados y gradualmente disminuir la superficie de los claros.
- Dado que en los ecosistemas boscosos adyacentes los incendios forestales fueron la principal causa de perturbación (obs. pers). Se propone manejar los combustibles forestales en la región con el fin de disminuir la intensidad y severidad de los incendios forestales, y su efecto de transformación de la cobetura forestal.
- Diversificar el hábitat al mantener claros con distintas especies del género Salvia al
 interior del Parque Nacional Nevado de Colima y su área de influencia, como recurso
 para la comuidad de aves nectarívoras. Ello implica que no todos los claros deben
 reforestarse, sino manejarse para el mantenimiento de herbaceas y arbustivas.

- Instalar estaciones meteorológicas en el Parque Nacional Nevado de Colima y su área de influencia para desarrollar estudios futuros que exploren la relación entre condiciones meteorólogicas, hábitat y aves.
- Continuar e intensificar los programas de monitoreo de recursos bióticos en general, y
 en específico el programa de anillamiento de paseriformes y colibríes.

VII. CONCLUSIONES

La Estación MOSI Neva está en un hábitat montano perturbado por aprovechamiento forestal, ganadería extensiva e incendios forestales, en el Nevado de Colima, Jalisco. La avifauna está compuesta por 105 especies; las familias mejor representadas son Trochilidae, Parulidae y Tyrannidae. *Junco hyemalis* es un nuevo registro para la avifauna de Jalisco. El 10.4% de las especies son endémicas a las montañas de México y el 23.8% son endémica a Mesoámerica. El gremio trófico con más especies es el de las insectívoras y el gremio con más individuos es el de las nectarívoras-insectívoras.

El 72% del total de la avifauna registrada es migratoria, 39% son especies migratorias de larga distancia y 33% son migratorias locales. El 37.5% de las nectarívoras-insectívoras y 30% de las insectívoras-frugívoras realizan migraciones locales. Los colibríes se reproducen en invierno y las paseriformes al final de la primavera e inicios de verano. *Diglossa baritula* se reproduce dos veces al año. Algunas migratorias locales vienen a criar al predio. Una de cada dos de las 5,911 aves capturadas es un colibrí y una de cada cuatro es de la especie *Hylocharis leucotis*. Las especies más comunes son *Hylocharis leucotis*, *Vermivora celata*, *Junco phaonotus*, *Eugenes fulgens* y *Colibri thalassinus*. El 9.5% de la avifauna esta en alguna categoría de riesgo de la NOM-SEMARNAT-059-2001.

Las aves migratorias neotropicales de larga distancia *Melospiza lincolnii*, *Vermivora ruficapilla*, *Selasphorus rufus*, *Regulus calendula*, *Vermivora celata* y *Pheuticus melanocephalus* son más abundantes en sitios con mayor cobertura de hierbas y menor porcentaje de cobertura de dosel. Existe una clara preferencia de las especies migratorias de larga distancia por los sitios perturbados. Las residentes *Basileuterus belli*, *Ergaticus ruber*, *Eugenes fulgens* y *Myioborus miniatus* son más abundantes en sitios con mayor altura de arbustos, cobertura de dosel y densidad de árboles.

La mayor abundancia y riqueza estacional se presentó en abril de 2006. Las nectarívorasinsectivoras muestran consistentemente un pico de abundancia estacional en abril de 2006,
2007 y 2008. Selasphorus rufus incrementa su abundancia al final del invierno posiblemente
por la llegada de transitorios en su migración de primavera. Los machos de Selasphorus rufus
y Vermivora celata inician su migración hacia el norte antes que las hembras. Conforme
transcurre el invierno en la Estación MOSI Neva, la proporción de individuos de Vermivora
celata residentes de invierno disminuye y la proporción de individuos traúnsentes aumenta. El
incremento abrupto de Vermivora celata al final del invierno en 2006 probablemente fue
causado por la disminución de recursos alimentarios en otras zonas o por el aumento
estacional del néctar en el zona de estudio.

Hylocharis leucotis tiene una población residente permanente y recibe un flujo de migrantes locales en el mes de abril. Lampornis amethystinus es un migratorio local que visita la Estación MOSI Neva durante la época de lluvias, Colibrí thalassinus es un migratorio altitudinal que visita la Estación MOSI Neva para reproducirse en invierno y durante la temporada de lluvias desapareció. Durante el invierno los hábitats de bosques montanos perturbados del Nevado de Colima albergan poblaciones muy importantes de aves migratorias de larga distancia.

VIII. LITERATURA CITADA

AOU (American Ornithologist's Union). 1998. *Check-list of North American birds*. Séptima edición. American Ornithologist's Union, Washington D.C., Estados Unidos. 55 p.

Anderson, M. J. y J. W. Trevor. 2003. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology 84(2): 511-525*.

Angelstam, P. 1998. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forest by developing natural disturbance regimes. *Journal of vegetation science 9: 593-602*.

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

Arizmendi, M. C., J. F. Órnelas y J. Schondube. 2000. Nevado de Colima. 274 pp. En: Arizmendi, M. C. y L. Márquez-Valdemar (editores.). *Áreas de importancia para la conservación de las aves de México*. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad y Comisión para la Coperación Ambiental de Ámerica del Norte. México, D.F. 404 p.

Arizmendi, M.C. y L. Marquéz-Valdemar. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad y Comisión para la Coperación Ambiental de Ámerica del Norte. México, D.F. 404 p.

Arizmendi, M.C. 2001. Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in México. *Canadian Journal of Zoology* 79: 997-1006.

Berthold, P. 2001. *Bird migration. A general survey*. Oxford University Press. Nueva York, Estados Unidos. 253 p.

Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y S. Mustoe. 2000. *Bird Census Techniques*. Academic Press. Londres, Gran Bretaña. 302 p.

Bojorges, J.C.B. 2004. Riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20(3): 15 – 29.

Block, W. M. y L. A. Brennan. 1993. The Habitat concept in ornithology. Theory and Applications. *Current ornithology* 11:35 - 91.

Brawn, J. D., S. K. Robinson y F. R. Thompson III. 2001. The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics 32: 251-276*.

Burnham, K. P. y W.S. Overton. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* 65: 623-633.

Burnham, K. P., y W. S. Overton. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60:927–936.

Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783-791.

Calder, W.A. y S. Contreras-Martínez. 1995. *Migrant Hummingbirds and warblers on mexican wintering grounds*. En: M. H. Wilson y S. A. Sader (Editores). Conservation of neotropical migratory birds in México. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Miscellaneous Publications 727. The University of Maine. Orono, Maine, Estados Unidos.123 – 138 pp.

Calder, W.A. 2006. *Rufous Hummingbird (Selasphorus rufus)*, En: A. Poole (Editor). The Birds of North America Online. Laboratorio de ornitología de Cornell, Universidad de Cornell. Ithaca, Nueva York. http://bna.birds.cornell.edu.ezproxy.library.wisc.edu/bna/species/053 [Último acceso: 6/12/2008].

Calder, W.A. y L. L. Calder. 1992. *Broad-tailed Hummingbird (Selasphorus platycercus)*. En: A. Poole (Editor). The Birds of North America Online. Laboratorio de Ornitología de Cornell. Ithaca, Nueva York. http://bna.birds.cornell.edu.ezproxy.library.wisc.edu/bna/species/016 [Último acceso: 6/12/2008].

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México*. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Insitituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Agrupación Sierra Madre, S. C. México, D.F. 847 p.

Chapman, C.A., R.W. Wrangham, L.J. Chapman, D.K. Kennard y A. E. Zanne. 1999. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. *Journal of Tropical Ecology* 15: 189-211.

Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry 34: 388-394*.

Clark, K., D. Euler y E. Armstrong. 1983. Habitat associations of breeding birds in Cottage and Natural Areas of Central Ontario. *The Wilson Bulletin 95(1):77-96*.

Clench, H. K. 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterist's Society 33:216-231*.

Cody, M. L. 1985. *Habitat selection in birds*. Academic Press. Nueva York, Estados Unidos.585 p.

Conservation International. 2007. *Mesoamerica*. http://www.biodiversityhotspots.org/xp/ hotspots/mesoamerica/Pages/default.aspx.[Último acceso: 6/12/2008].

- Contreras-Martínez, S. 1992. Efecto de los incendios forestales en la modificación del hábitat de la avifauna de la Estación Científica Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara.
- Contreras, M., S. y E. Santana C. 1995. *The effect of forest fires on migratory birds in the Sierra de Manantlán, Jalisco, México*. En: M. H. Wilson y S. A. Sader (Editores). Conservation of neotropical migratory birds in México. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Miscellaneous Publications 727. The University of Maine. Orono, Maine, Estados Unidos. 113 122 pp.
- Cox, C. B. y P. D. Moore. 1985. *Biogeography. An ecological and evolutionary approach*. Cuarta edición. Blackwell Scientific Publications. Oxford, Reino Unido. 440 p.
- Del Castillo, A. 2008. Michoacán: la fiebre del oro verde. *Periódico Público-Milenio*. 15 de diciembre de 2008.
- Delaney, D. 1992. *Bird Songs of Belize, Guatemala y México*. Laboratorio de ornitología de Cornell. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos. (audio cassette).
- DesGranges J.L. y P. R. Grant 1980. Migrant hummingbirds accommodation into tropical communities. 395 411 pp. En: Keast A. y Morton E. S. (Editores). *Migrants birds in the neotropics: Ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., Estados Unidos.
- DeSante, D. F., J. F. Saracco, C. Romo V.A., S. Morales. 2006. Manual 2006-2007. *Instrucciones para el establecimiento y manejo de estaciones de anillamiento de aves del programa Mosi (Monitoreo de Sobrevivencia Invernal)*. Institute of Bird Populations. 46 p.
- D. O. F. 2002. NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo 2002.
- Escalante P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A geographic, historical, and ecological analisis of avian diversity in México. 281-307 pp. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (Editores) *La diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Oxford University Press. Nueva York, Estado Unidos.
- Erlich, P. R., D. S. Dobkin y D. Wheye. 1988. *The birders handbook. A field guide to the natural history of north American birds. The essential companion to your identification guide.* Simon y Schuster. Nueva York, Estados Unidos. 785 p.
- Feinsinger, P. 1976. Organization of a tropical guild of nectarivorous birds. *Ecological monographs* 46 (3): 257-291

Feinsinger, P. 1980. Asynchronus migration patterns and the coexistence of tropical hummingbirds. En: Keast A. y Morton E. S. (Editores). *Migrants birds in the neotropics: Ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. Estados Unidos. 411-419 pp.

Feinsinger, P., W. H. Busby, K. G. Murray, J. M. Beach, W. Z. Pounds y Y. B. Linhart. 1988. Mixed support for spatial heterogeneity in species interactions: Hummingbirds in a tropical disturbance mosaic. *The American Naturalist* 131: 33 – 57.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen (para adaptarlo a la República Mexicana). Primera edición, Offset Larios. México, D.F.

García, S., D. M. Finch y G. L. Chávez. 1998. Patterns of forest use and endemism in resident bird communities of north – central Michoácan, México. *Forest Ecology and Management* 110: 151 – 171.

García-Ruvalcaba, S. 1991. Utilización de hábitats por la avifauna y su relación con la estructura y estado sucecional de cuatro tipos de bosque en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ). Sierra de Mantlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara.

Graham, M. H. 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology* 84(11): 2809-2815.

Gómez de Silva, H. 2001. Evaluating the completeness of species lists for conservation and macroecology: a case study of mexican land birds. *Conservation biology* 15(5): 1384 –1395.

Gómez de Silva, H. 2002. Elevational and winter records of birds on two mexican mountains. *Ornitologia neotropical 13:197-201*.

Gómez de Silva, H., and R. A. Medellín. 2001. Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: a case study of Mexican land birds. *Conservation Biology* 15:1384-1395.

Gutiérrez, R. J. y J. Pritchard. 1985. Distribution, density and age structure of Spotted Owls on two southern California habitat islands. *The Condor* 92:491-495.

Haidinger, T. L. y J. E. 1993. Role of high fire frequency in destruction of mixed chaparral. *Madrono 40 (3): 141-147*.

Hansen, A. J., W. C. McComb, R. Vega, M. Raphael, M. Hunter. 1995. Bird habitat relationships in natural and managed forest in west cascades of Oregon. *Ecological Applications* 5(3): 555-569.

Hamilton, L. y L. McMillan. 2004. (Editores) *Guidelines for Planning and Managing Mountain Protected Areas*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gland, Suiza. 83 p.

Hardy, J. W. 1983. *Voices of Neotropical Birds*. Ara records. Gainesville, Florida. (audio cassette).

Hernández-Cerda, M. E. y G. Carrasco-Anaya. 2007. Rasgos climáticos más importantes. En: Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (Editores). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiveridad y Universidad Nacional Autónoma de México. 57-72 pp.

Hernández, M. S. 2008 Octubre 6. *Afecta el Ganado al Nevado de Colima*. Periódico Mural. Guadalajara, Jalisco. www.mural.com [Último acceso: 6/12/2008]

Holling, C. S. 1978. Adaptive Environmental Assesment and Management. Wiley.

Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. *The birds of Mexico and Northen Central America*. Oxford University Press. Nueva York, Estados Unidos. 851 p.

Howell, S.N.G. 1999. *A bird – finding guide to México*. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York, Estados Unidos. 365 p.

Hutto, R.L. 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in western México, with special reference to small foliage – gleaning insectivores. Pp. 181-203. En: A Keast y E.S. Morton (Editores) *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation.* Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., Estados Unidos.

Hutto, R. L. 1985a. Seasonal changles in habitat distribution of transient insectivorous birds in southeastern Arizona: Competition mediated? *Auk 102, 120-132*.

Hutto, R. L. 1985b. Habitat selection by non-breeding migratory landbirds. Pp 455-476. En: M. L. Cody (Editor). *Habitat selection in birds*. Academic Press. Nueva York, Estados Unidos.

Hutto, R. L. 1986a. Migratory landbirds in western Mexico: a vanishing habitat. Western Wildlands 11:12-16.

Hutto, R. L. 1986b. A fixed radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk 103: 593-602*.

Hutto, R. L. 1987. A description of mixed-species insectivorous bird flocks in western Mexico. *The Condor* 89:282 - 292.

Hutto, R. L. 1989. The effect of habitat alteration on migratory land birds in a west mexican tropical deciduous forest: A conservation perspective. *Conservation Biology 3: 138-148*.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2006. *Plan de Manejo del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

- James, F.C. y H. H. Shugart, Jr. 1970. A quantitative method of habitat description. *Aud. Field Notes* 24:727-736.
- James, F. C. 1971. Ordinations of habitat relationships among breeding birds. *Wilson Bulletin* 83:215-236.
- James, F. C. y N. O. Wamer. 1982. *Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure*. Ecology 63(1): 159 171.
- Jardel, P. E., J. E. Morfin-Ríos, S. Vargas-Jaramillo, J. M. Michel-Fuentes, R. Cuevas-Guzmán, F. Castillo-Navarro, O. E. Balcázar-Medina y E. Quiñónez. 2006. Fire regime and fire effects on western México Subtropical Montane Forest Ecosystmes. *Proceedings of the 3rd International Congress on Fire Ecology and Management. Special Session: Fire Regimes and Fire Effects in Mexican Ecosystems*. San Diego, California, Noviembre 13-17, 2006.
- Jones, J. 2001. Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review. *The Auk* 118: 557-562.
- Karr, J. 1976. Seasonality resource availability, and community diversity in tropical bird communities. *American Naturalist* 110: 973-994.
- King, D., C. R. Griffin y R. M. DeGraaf. 1997. Effect of clearcut borders on distribution and abundance of forest birds in northen New Hampshire. *Wilson Bulletin 109 (2) 239-245*.
- Langle, A., S. Navarro, E. M. Barba, E. Maya, P. Nepote, V. Zamora y F. León. 2006. *Informe preliminar del proyecto de Monitoreo de aves del Nevado de Colima.* 17 p.
- 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.
- Lovejoy, T. E., y L. Hannah 2005. *Climate change and biodiversity*. Yale University. Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos. 401 pp.
- Macias, J. L. 2005. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 57(3): 379-424*.
- Madrigal, S. X. 1970. Caracterización fito-ecológica preliminar de los Volcanes de Fuego y Nevado de Colima (México). Biol. Div. Inst. Nac. Inv. For. No. 31. México, D.F. 36 pp.
- McAleece, N. 1997. *Biodiversity Professional. Version 2*. The Natural History Museum y the Scottish Association for Marine Science.
- Morfin, J. E. R., E. J. Jardel P., J. M. Michel F., E. Alvarado, C. y R. E. Vihnanek. 2007. *Manual para la evaluación y cuantificación de combustibles forestales*. Universidad de

Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. Departamento de Ecología y recursos naturales – IMECBIO. Autlán, Jalisco. México. 26 p.

Morris, C. y J. Buffa. 1996. *Birding in Volcán de Fuego, Colima, México*. Winging It. Newsletter of the American Birding Association. Inc. August. 8: 1-7 pp.

Morrison, M.L., B. G. Marcot y R. W. Mannan. 1992. Wildlife – Habitat Relationships. University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin, Estados Unidos. 343 pp.

Navarro, A. G. 1992. Altitudinal distribution of birds in the Sierra Madre del Sur, Guerrero, México. *Condor 94: 94 – 97*.

Neave, H. M., R. B. Cunningham, T. W. Norton, H. A. Nix. 1996. Biological inventory for conservation evaluation III. Relationships between birds, vegetation and environmental attributes in southern Australia. *Forest Ecology and Management 85:197-218*.

Ornelas, J. F. y M. C. Arizmendi. 1995. Altitudinal Migration: Implications for Conservation of the Neotropical Migrant Avifauan of Western México. M. H. Wilson y S. A. Sader (Editores). *Conservation of neotropical migratory birds in México*. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Miscellaneous Publications 727. The University of Maine. Orono, Maine, Estados Unidos. 98 – 112 pp.

Olvera-Vargas, M., S. M. Gómez y B. Figueroa-Rangel. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Manual para su establecimiento. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 55 p.

Palomera-García., C., E. Santana, S. Contreras-Martínez, y R. Amparán. 2007. JALISCO. En Ortiz-Pulido, R., A. G. Navarro-Singüenza, H. Gómerz de Silva, O. Rojas-Soto y T. Peterson (Editores). *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. 1 – 48 pp.

Patterson, B. D., D. F. Stotz, S. Solari, J. W. Fitzpatrick y V. Pacheco. 1998. Contrasting patterns of elevational zonation for birds and mammals in the Andes of southeastern Peru. *Journal of Biogeography* 25: 593 - 607.

Paynter, R. A. 1952. Birds from Popocatépetl and Ixtaccíhuatl, México. Auk 69: 293-301.

Peterson, T. y A. G. Navarro-Singüenza. 2000. Western Mexico: a significant centre of avian endemism and challenge for conservation action. *Cotinga 14: 42-46*.

Peterson, A. T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley, R. W. Buddemeier y A. G. Navarro-Sigüenza. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling 144: 21-30*.

Pickett S. T. A. y P.S. White. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press. San Diego, California, Estados Unidos. 472 pp.

Pyle, P., S.N.G. Howell, D. F. DeSante, R. P. Yunick, M. Gustafson. 2001. *Identification Guide to North American Birds. Part I Columbidae to Ploceidae*. Slate Creek Press. E.U. 729 p.

Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18: 200 - 205.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante y B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station. Forest Service, U.S. Deparment of Agriculture. Albany, California, Estados Unidos.

Rappole, J. H. 1995. The ecology of migrant birds. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., Estados Unidos. 269 pp.

Remsen, J. V. Jr. y Good A. D. 1996. Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird's populations. *The Auk* 113(2): 381 - 398.

Rich, T. D., C. J. Beardmore, H. Berlanga, P. J. Blancher, M. S. W. Bradstreet, G. S. Butcher, D. W. Demarest, E. H. Dunn, W. C. Hunter, E. E. Iñigo-Elias, J. A. Kennedy, A. M. Martell, A. O. Panjabi, D. N. Pashley, K. V. Rosenberg, C. M. Rustay, J. S. Wendt, T. C. Will. 2004. *Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan*. Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY. Partners in Flight website. http://www.partnersinflight.org/cont_plan/ (VERSION: March 2005). [Último acceso: 6/12/2008].

Robbins, C. S., J. R. Sauer, R. S. Greenberg y S. Droege. 1989. Population declines in North American birds that migrate to the neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 86: 7658–7662.

Rodríguez-Elizarrarás S. R. 1995. Estratigrafía y estructura del Volcán de Colima, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 12 (1):22-46*.

Romo de Vivar, A. C. y F. Urbina. 2002. *Cantos y llamados de aves del área de protección de flora y fauna silvestre*. Corredor Biológico Chichinautzin. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Audio casete.

Root, T. 1988. Environmental factors associated with avian distributional boundaries. *Journal Biogeography 15: 489-505*.

Rosenzweig, M. L. 1992. Species diversity gradients: we know more and less that we thought. *Journal of Mammalogy 73: 715 - 730.*

Santana, C.E. 2000. *Dynamics of understory birds along a cloud forest successional gradient*. Tesís de doctorado. Universidad de Wisconsin- Madison, Estados Unidos. 203 p.

- Santana, C.E. Contreras-Martínez, J. Schondube-Friedwald, S. García-Ruvalcaba, I. Rúan-Tejeda, J. Carrillo-Ortiz y C. Guerrero-Ruiz. 2003. Monitoreo, conservación y educación sobre las aves en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. Recuadro 1. En: Gómez de Silva, H. y Oliveras de Ita, A. (Eds). *Conservación de aves. Experiencias en México*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México, D.F. 251 255 pp.
- Santana, C.E. y J. F. Villaseñor G. 2003. El monitoreo de poblaciones herramienta necesaria para la conservación de las aves de México. En: Gómez de Silva, H. y Oliveras de Ita, A. (Eds). *Conservación de aves. Experiencias en México*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México, D.F. 224 262 pp.
- Santana, C. E. 2005. A context for bird conservation in México: challenges and oportunities. En: Ralph, C.J.; Rich, T. D. (Eds). *Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas: Proceedings of the Third Interantional Partners in Flight Conference.* 20-24 de marzo de 2002. Asilomar, California. Volume 1. Gen. Tech. PSW-GTR-191. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, California, Estados Unidos. P 15 25.
- Sauer, J. R., J. E. Hines, y J. Fallon. 2003. *The North American Breeding Bird Survey Results and Analysis 1966-2002*. Version 2003.1, USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Meryland, Estados Unidos.
- Saracco, J. F., D. F. DeSante, P. Pyle, S. Morales, J.L. Alcántara y C. Romo de Vivar Alvárez. 2008. *Assesing winter hábitat quality for migratory landbirds. A report on five winters (2002-03 through 2006-07) of the Monitoreo de Sobrevivencia Invernal (MOSI) Program.* Institute of Birds Populations.47 p.
- Schaldach, W.J.1963. The avifauna of Colima and adjacent Jalisco, México. Proc. Western Foundation of Vert. Zool. v:1 100.
- Schaldach, W.J.1969. Further notes on avifauna of Colima and adjacent, Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México 40: 299 316.
- Schnell, G.D., J.S. Werke y J.J. Hellack. 1974. Recent observations of Thick-billed parrots in Jalisco. *The Wilson Bulletin* 86:464-465.
- Schondube, J. E., E. Santana C., y I. Ruan-Tejeda. 2003. Biannual cycles of the Cinnamon-bellied flowerpiercer. *Biotropica 35: 250-261*
- Schondube F., J. E., S. Contreras, I. Rúan-Tejeda, W. Calder y E. Santana C. 2005. Migratory patterns of rufous hummingbird in Western México. En: Nabham, G. P. (Editor) *Conservation of migratory pollinators and their nectar corridors in North America*. Universidad de Arizona. Tucson, Arizona. Estados Unidos. 80 95 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2008. Estudio Técnico Justificativo Área Natural Protegida Parque Estatal Bosques Mesófilos Nevado de Colima. 52 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas delcaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal. *Gaceta Ecológica 54: 83-87*.

Sosa, N. 2003. Las aves: riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial. En: Vazquez, A., A, Torres y G., Bocco (Editores). *Las enseñanzas de San Juan. Investigación para el manejo participativo*. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 257 -277 pp.

Sibley, C.G. y J. E. Ahlquist, 1990. *Phylogeny and Classification of Birds: a Study in Molecular Evolution*. Yale University Press. New Haven, Connecticut, Estados Unidos.

Sibley, D. A. 2000. *National Audubon Society The Sibley Guide to Birds*. Chanticleer Press. Nueva York, Estados Unidos. 544 p.

Smith, E. P. y van Belle, G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40: 119-29.

StatSoft, Inc. (2001). STATISTICA Version 6.0. Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos.

Stotz, D. F. 1999. Endemism and species turnover with elevation in montane avifaunas in the Neotropics: implications for conservation. En: Mace, G. M., A. Balmford y J. R. Ginsberg (Editores) *Conservation in a Changing World*. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra. 161–180 pp.

Terborgh, J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology 58: 1007 – 1019*.

Terborgh, J. 1985. Habitat selection in Amazonian birds. En: *Habitat selection in birds*. Cody, M.L. (Editor). Academic Press. Orlando, Florida, Estados Unidos. 311-328 pp.

Terborgh, J. 1989. Where have all the birds gone? Essays on the Biology and Conservation of Birds that migrate to the American Tropics. Princenton University Press. Princeton, New Jersey, Estados Unidos. 224 pp.

Ter Braak, C. J. F. 2002. *CANOCO Version 4.5*. Quantitative methods in the life and earth sciences. Plant Research Centre. Wagehingen, The Netherlands.

Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167-1179.

Villalón C., R. M. 1990. *Análisis altitudinal de la avifauna del transecto Tácintaro-Parácuaro*, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología, Universidad Michoacana San Nicolas de Hidalgo. 41 p.

Villaseñor, J. F. G. y E. Santana. 2003. *El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México*. 2003. En Gómez de Silva, H. y Oliveras de Ita, A. (Eds). Conservación de Aves, Experiencias en México. 224 – 259 pp.

Walters, C.1986. Adaptive Management of Renewable Resources. McGraw Hill, New York.

Wauer, R. H. 1999. *Birder's Mexico*. Texas A & M University Press. Estados Unidos 304 p Whitmore, R. C. 1975. Habitat Ordination of passerine birds of the Virgin River Valley, Southwestern Utah. *The Wilson Bulletin 87(1): 65-74*.

Wolf, B. L., F. G. Stiles y F. R. Hainsworth. 1976. Ecological organization of a tropical highland hummingibird community. *The journal of animal ecology 45: 349–379*.

APÉNDICE 1. Lista de especies de aves registradas en la zona de estudio.

Est. Estacionalidad: RB-residente permanente que se reproducen en la estación, RLB-residente-migratoria local que se reproduce en la estación, RPB-residente que probablemente se reproduce en la estación, MwN-visitantes de invierno, MtN-transitoria, LN-migratoria local, LB-migratorias local que viene a reproducirse al predio, VV-visitante de verano, AMN-accidentales. C. Mig., Condición migratoria: Ml-migratoria local, Mld-migratoria de larga distancia, RMld-Residente migratoria de larga distancia, Rml-Residente migratoria local, ND-datos insuficientes; A. rel., Abundancia relativa: MC-muy común, C-común, RC-relativamente común, PC-Poco común, R-rara. D. Bio., Distribución biogeográfica: A-extensa, N-neártica, T-neotropical, EM-endémica a Mesoamérica, EMM-endémica a las montañas de México. Gremio, Gremio trófico: C-carnívora, FG- frugívora - granívora, G-granívora, I-insectívora, IF-insectívora-frugívora, NI-nectarívora—insectívora, O-omnívora, R-carroñera. Rep. PI-Parche incubación, PC-Protuberancia cloacal, V-volantones Cons., Categorías de riesgo de la NOM-SEMARNAT-059-2001: P - peligro de extinción, A -amenazada, PR-Protección especial. W. Partners in flight Watch List Species, Reg. tipo de registro: O-observada, R-redes.

Familia	Especie	Est.	C. Mig.	A.Rel.	D.Bio	Gremio	Rep.	Cons.	w.	Reg.
Catharidae	Coragyps atratus	LN	Ml		A	R				0
Catharidae	Cathartes aura	LN	Ml		A	R				0
Accipitridae	Accipiter striatus	RP	R		N	C		PR		0
Accipitridae	Buteo jamaicensis	RP	R		N	C				0
Accipitridae	Buteogallus anthracinus	LN	Ml		T	C		PR		0
Falconidae	Falco columbarius	MwN	Mld		N	C				0
Falconidae	Falco peregrinus	MwN	Mld		N	C		PR		0
Odontophoridae	Dactylortyx thoracicus	RP	R		EM	O		PR		0
Odontophoridae	Dendrortyx macroura	RP	R		EMM	O		PR		0
Columbidae	Patagioenas fascista	LN	Ml		T	FG			X	0
Columbidae	Zenaida asiática	LN	Ml		T	FG				0
Cuculidae	Piaya cayana	LN	Ml		T	I				0
Strigidae	Strix occidentalis	RP	R		N	C		P	X	0
Strigidae	Aegolius acadicus	RP	R	R	N	C				C
Strigidae	Glaucidium gnoma	RP	R	R	N	C				C
Strigidae	Megascops flammeolus	RP	R	R	N	C			X	C
Caprimulgidae	Caprimulgus vociferous	RP	R		N	I				0
Apodidae	Aeronautes saxatalis	LN	Ml		N	I			X	0
Apodidae	Chaetura vauxi	LN	Ml		N	I				0
Trochilidae	Agyrtria violiceps	LN	Ml	R	EM	NI				C
Trochilidae	Archilocus alexandri	MwN	Mld	R	N	NI				C
Trochilidae	Atthis heloisa	LN	Ml		EMM	NI				0
Trochilidae	Colibrí thalassinus	LB	Ml	MC	T	NI	PI,V			C
Trochilidae	Cynanthus latirostris	LN	Ml	R	EM	NI				C

CONTINUACIÓN DEL APÉNDICE 1

Familia	Especie	Est.	C. Mig.	A.Rel.	D. Bio.	Gremio	Rep.	Cons.	w.	Reg.
Trochilidae	Eugenes fulgens	RB	R	MC	EM	NI	PI,V			C
Trochilidae	Hylocharis leucotis	RLB	Rml	MC	EM	NI	PI,V			C
Trochilidae	Lamporins clemenciae	LN	Ml	PC	EM	NI				C
Trochilidae	Lampornis amethystinus	LN	Ml	C	EM	NI				C
Trochilidae	Saucerottia beryllina	LN	Ml	PC	EM	NI				C
Trochilidae	Selasphorus platycercus	MwN	Mld	MC	N	NI				C
Trochilidae	Selasphorus rufus	MwN	Mld	MC	N	NI			X	C
Trochilidae	Selasphorus sasin	MwN	Mld	PC	N	NI			X	C
Trochilidae	Stellula calliope	MwN	Mld	PC	N	NI			X	C
Trogonidae	Trogon mexicanus	LN	Ml		EM	O				0
Picidae	Colaptes auratus	RP	R	R	N	I				C
Picidae	Picoides villosus	RB	R	R	N	I	PI			C
Picidae	Sphyrapicus varius	MwN	Mld	R	N	I				C
Dendrocolaptidade	Lepidocolaptes leucogaster	LN	Ml		EMM	I				0
Tyrannidae	Camptostoma imberbe	LN	Ml		EM	I				0
Tyrannidae	Contopus pertinax	LN	Ml		EM	I				0
Tyrannidae	Contopus sordidulus	VV	Mld	R	N	I				C
Tyrannidae	Empidonax difficilis	MwN	Mld	R	N	I				C
Tyrannidae	Empidonax flaviventris	AMN	Mld	R	N	I				C
Tyrannidae	Empidonax fulvifrons	LN	Ml	PC	EM	I				C
Tyrannidae	Empidonax hammondi	MtN	Mld	R	N	I				C
Tyrannidae	Empidonax minimus	MwN	Mld	R	N	I				C
Tyrannidae	Empidonax oberholseri	MwN	Mld	PC	N	I				C
Tyrannidae	Empidonax occidentalis	RB	R	PC	N	I	PI, PC			C
Tyrannidae	Myarchus tubercullifer	LN	Ml	R	T	I				C
Vireonidae	Vireo gilvus	MtN	Mld	R	N	I				C
Vireonidae	Vireo huttoni	MwN	Mld	PC	N	I				C
Vireonidae	Vireolanius melitophrys	LN	Ml	R	EM	I				C
Corvidae	Aphelocoma ultramarine	LN	Ml		N	FG				0
Corvidae	Corvus corax	RP	R		N	C				0
Hirundinidae	Tachycineta thalassina	MwN	Mld		N	I				0
Paridae	Poecile sclateri	RB	R	PC	N	I	PC			C
Aegithalidae	Psaltiparus minimus	RB	R	C	N	I	PI,V			C
Sittidae	Sitta carolinensis	RB	R	R	N	I	PI			C
Certhidae	Certhia americana	RP	R		N	I				0
Troglodytidae	Campylorhynchus megalopterus	LN	Ml	R	EMM	I				C
Troglodytidae	Henicorhina leucophrys	LN	Ml	PC	T	I				C
Troglodytidae	Troglodytes aedon	MwN	Mld	R	N	I				C
Troglodytidae	Troglodytes brunneicollis	RB	R	PC	EM	I	PI, PC, V			C
Regulidae	Regulus calendula	MwN	Mld	C	N	I				C

CONTINUACIÓN DEL APÉNDICE 1

Regulaise Regulais satrapa MsN Mid PC N I C C Turdidae Catharus frantzii LN Mil R EM IF A C Turdidae Catharus occidentalis RB R MC EMM IF IP,PC,V C Turdidae Myadestes occidentalis LN MII R EM IF IP,PC,V C Mimidae Melanoris caerulescens LN MII R EM IF IP,PC,V C Pilogonistide Pilogonistide Basileuterus belli RB R R EM I PPC, PL,V C C Parulidae Dendroica coronata MsN Mild R N I PC, PL,V C C Parulidae Dendroica coronata MsN Mild R N I PC, PL,V C C Parulidae Dendroica coronata MsN Mild R N	Familia	Especie	Est.	C. Mig.	A.Rel.	D.Bio	Gremio	Rep.	Cons.	W.	Reg.
Turdidae Catharus guttatus	Regulidae	Regulus satrapa	MwN	Mld	PC	N	I				C
Turdidae Catharus occidentalis RB R MC EMM IF PI, PC, V C C Turdidae Myadestes occidentalis IN MII R EMM IF PR C C C C C C C C C	Turdidae	Catharus frantzii	LN	Ml	R	EM	IF		A		C
Turdidae Myadestes occidentalis	Turdidae	Catharus guttatus	MtN	Mld	PC	N	IF				C
Turdidae Turdus migratorius RMwN RMid PC N IF	Turdidae	Catharus occidentalis	RB	R	MC	EMM	IF	PI, PC, V			C
Minidae Melanotis caerulescens LN MI R EMM IF PC C C Púlogonstidae Pálogonys cinereus LB MI PC EM O PC C Parulidae Basileuterus belli RB R RC EM I PC, Pl, V C Parulidac Dendroica occidentalis MwN MId R N I C C Parulidac Dendroica petechia RMN MId R N I C C Parulidac Dendroica townsendi MwN MId PC N I PC, PI, V C Parulidac Engaticus ruber RB R C EMM I PC, PI, V C Parulidac Aprila superciliosa LN MI R EM I PC, PI, V C Parulidac Vermivora celata MwN MId MC N N I PC, PI, V C </td <td>Turdidae</td> <td>Myadestes occidentalis</td> <td>LN</td> <td>Ml</td> <td>R</td> <td>EM</td> <td>IF</td> <td></td> <td>PR</td> <td></td> <td>C</td>	Turdidae	Myadestes occidentalis	LN	Ml	R	EM	IF		PR		C
Prilogonatidae Prilogonys cinereus I.B. MI	Turdidae	Turdus migratorius	RMwN	RMld	PC	N	IF				C
Parulidac Basileuterus belli RB R RC EM I PC, PI, V C C Parulidac Dendroica coronata MwN Mild R N I C C C Parulidac Dendroica occidentalis MwN Mild N I C C C Parulidac Dendroica occidentalis MwN Mild N I C C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild PC N I C C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild PC EM I PC, PI, V C C Parulidac Ergaticus ruber RB R C EMM I PC, PI, V C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild RC N I PC, PI, V C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild RC N I PC, PI, V C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild RC N I PC, PI, V C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild RC N N C C Parulidac Dendroica townsendi MwN Mild RC N N C P C P C P C C P	Mimidae	Melanotis caerulescens	LN	Ml	R	EMM	IF				C
Parulidae Dendroica coronata MwN MId R N I L C Parulidae Dendroica occidentalis MwN MId R N I L C Parulidae Dendroica petechia RMIN RMId R N I C C Parulidae Dendroica townsendi MwN MId PC N I PC, PI, V C Parulidae Ergaticus ruber RB R C EMM I PC, PI, V C Parulidae Oporomis tolmiei MwN MId RC N I PC, PI, V C Parulidae Pernula superciliosa LN MI R EM I PC, PI, V C Parulidae Vermivora celata MwN MId MC N NI PR X C Parulidae Vermivora ruficapilla MwN Mid RC N I PC, PI, V C C </td <td>Ptilogonatidae</td> <td>Ptilogonys cinereus</td> <td>LB</td> <td>Ml</td> <td>PC</td> <td>EM</td> <td>O</td> <td>PC</td> <td></td> <td></td> <td>C</td>	Ptilogonatidae	Ptilogonys cinereus	LB	Ml	PC	EM	O	PC			C
Parulidae Dendroica occidentalis MwN Mild RMIId RN RN RI RMIId RN RMIId RN RN RMIId RN RN RN RN RN RN RN R	Parulidae	Basileuterus belli	RB	R	RC	EM	I	PC, PI, V			C
Parulidae Dendroica petechia RMfN RMId R N I C C C Parulidae Dendroica townsendi MwN MId PC N I PC, PI, V C C Parulidac Ergaticus ruber RB R C EMM I PC, PI, V C C Parulidac Myioborus miniatus RB R C T I PC, PI, V C C Parulidae Oporornis tolmiei MwN MId RC N I A C C Parulidae Parula superciliosa LN MI RC N N I A C C Parulidae Vermivora celata MwN MId RC EM I PR X C Parulidae Vermivora ruficapilla MwN MId RC RM N I PR PR C EMM I PR PR R	Parulidae	Dendroica coronata	MwN	Mld	R	N	I				C
Parulidae Dendroica townsendi MwN MId PC N I PCP, PI, V C Parulidae Ergaticus ruber RB R C EMM I PCP, PI, V C Parulidae Myioborus miniatus RB R C T I PCP, PI, V C Parulidae Oporomis tolmiei MwN MId RC N I A C Parulidae Oporomis tolmiei MwN MId RC N N I A C Parulidae Vermivora celata MwN MId MC N NI C PR X C Parulidae Vermivora crissalis MwN MId MC N NI PR X C Parulidae Vermivora crissalis MwN MId RC N N I C PR X C C EM I PR X C C	Parulidae	Dendroica occidentalis	MwN	Mld		N	I				0
Parulidae Ergaticus ruber RB R C EMM I PC, PI, V C Parulidae Myioborus miniatus RB R C T I PC, PI, V C Parulidae Oporornis tolmiei MwN MId RC N I PC, PI, V C Parulidae Parula superciliosa LN MI R EM I PC C Parulidae Vermivora celata MwN MId MC N NI I PR X C Parulidae Vermivora crissalis MwN MId MC N NI I PR X C Parulidae Vermivora crissalis MwN MId RC N NI I C C Parulidae Vermivora crissalis MwN MId RC N NI I C C Parulidae Vermivora ruficapilla MwN Mid RC	Parulidae	Dendroica petechia	RMtN	RMld	R	N	I				C
Parulidae Myioborus miniatus RB R C T I PC, PI, V C Parulidae Oporornis tolmiei MwN MId RC N I A C Parulidae Parula superciliosa LN MI R EM I C C Parulidae Vermivora celata MwN MId MC N NI C C Parulidae Vermivora criscalits MwN MId PC EM I PR X C Parulidae Vermivora criscalital MwN MId RC N NI PR X C Parulidae Vermivora criscalital MwN MId RC N NI C	Parulidae	Dendroica townsendi	MwN	Mld	PC	N	I				C
Parulidae Oporornis tolmiei MwN Mid RC N II A C C Parulidae Parula superciliosa LN MI R EM II C C C C C C C C C C C C C C C C C C	Parulidae	Ergaticus ruber	RB	R	C	EMM	I	PC, PI, V			C
Parulidae Parula superciliosa I.N MI R EM II C C C C C C C C C C C C C C C C C C	Parulidae	Myioborus miniatus	RB	R	C	T	I	PC, PI, V			C
Parulidae Vermivora celata MwN Mila MC N NI	Parulidae	Oporornis tolmiei	MwN	Mld	RC	N	I		Α		C
Parulidae Vermivora crissalis MwN MId PC EM I PR X C Parulidae Vermivora ruficapilla MwN MId RC N NI C C Emberizidae Milsonia pusilla MwN MId C N I C C Emberizidae Atlapetes pileatus RB R C EMM O PC, PI, V C Emberizidae Arremon virenticeps RB R PC EMM O PC, PI, V C Emberizidae Diglossa baritula RB R MC EM NI PC, PI, V C Emberizidae Junco phaeonotus RB R MC EM G PC, PI, V C Emberizidae Melospiza lincolnii MwN Mld R RC EMM O PC, PI C Emberizidae S	Parulidae	Parula superciliosa	LN	Ml	R	EM	I				C
Parulidae Vermivora ruficapilla MwN MId RC N NI C Braulidae Wilsonia pusilla MwN MId C N I C Emberizidae Atlapetes pileatus RB R C EMM O PC, PI, V C Emberizidae Arremon virenticeps RB R PC EMM O PC, PI, V C Emberizidae Diglossa baritula RB R MC EM NI PC, PI, V C Emberizidae Junco hyemalis AMN MId R N G PC, PI, V C Emberizidae Junco phaeonotus RB R MC EM G PC, PI, V C Emberizidae Melospiza lincolnii MwN MId C N G PC, PI, V C Emberizidae Pipilo ocai RB R RC EMM O PC, PI C Emberizidae Spize	Parulidae	Vermivora celata	MwN	Mld	MC	N	NI				C
ParulidaeWilsonia pusillaMwNMldCNICEmberizidaeAtlapetes pileatusRBRCEMMOPC, PI, VCEmberizidaeArremon virenticepsRBRPCEMMOPC, PI, VCEmberizidaeDiglossa baritulaRBRMCEMNIPC, PI, VCEmberizidaeJunco hyemalisAMNMldRNGPC, PI, VCEmberizidaeJunco phaeonotusRBRMCEMGPC, PI, VCEmberizidaeMelospiza lincolniiMwNMldCNGPC, PI, VCEmberizidaePipilo ocaiRBRRCEMMOPC, PICEmberizidaeSpizella passerinaMtNMldRNGPC, PICCardinalinaePasserina cyaneaMtNMldREMGXCCardinalinaePasserina versicolorMwNMldREMGXCCardinalinaePheuticus melanocephalusMwNMldRCEMOCCIcteridaeIcterus abeilleiLNMlPCEMMOCCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMlPCNIFCCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCCIcteridaeIcterus spuriousM	Parulidae	Vermivora crissalis	MwN	Mld	PC	EM	I		PR	X	C
EmberizidaeAtlapetes pileatusRBRCEMMOPC, PI, VCEmberizidaeArremon virenticepsRBRPCEMMOPC, PI, VCEmberizidaeDiglossa baritulaRBRMCEMNIPC, PI, VCEmberizidaeJunco hyemalisAMNMldRNGPC, PI, VCEmberizidaeJunco phaeonotusRBRMCEMGPC, PI, VCEmberizidaeMelospiza lincolniiMwNMldCNGPC, PI, VCEmberizidaePipilo ocaiRBRRCEMMOPC, PICEmberizidaeSpizella passerinaMtNMldRNGPC, PICCardinalinaePasserina cyaneaMtNMldREMGPC, PICCardinalinaePhesuticus melanocephalusMwNMldRCEMOCCIcteridaeIcterus abeilleiLNMIPCEMMOCCIcteridaeIcterus cucullatusMwNMldRTIFCCIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCCFringilidaeCarduelis notateLBMlRCNGPC, PI, VC	Parulidae	Vermivora ruficapilla	MwN	Mld	RC	N	NI				C
Emberizidae	Parulidae	Wilsonia pusilla	MwN	Mld	C	N	I				C
Emberizidae Diglossa baritula RB R MC EM NI PC, PI, V C Emberizidae Junco hyemalis AMN Mld R N G PC, PI, V C Emberizidae Junco phaeonotus RB R MC EM G PC, PI, V C Emberizidae Melospiza lincolnii MwN Mld C N G PC, PI, V C Emberizidae Pipilo ocai RB R RC EMM O PC, PI C Emberizidae Spizella passerina MtN Mld R N G C Cardinalinae Passerina cyanea MtN Mld R N G C Cardinalinae Passerina versicolor MwN Mld R EM G X C Cardinalinae Pheuticus melanocephalus MwN Mld RC EM O C Icteridae Icterus abeillei LN Ml PC EMM O C Icteridae Icterus graduacauda LN Ml RC N IF C Icteridae Icterus graduacauda LN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld RC N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld RC N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld RC N IF C Icteridae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI C Icteringilidae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI, V C	Emberizidae	Atlapetes pileatus	RB	R	C	EMM	O	PC, PI, V			C
EmberizidaeJunco hyemalisAMNMIdRNGCEmberizidaeJunco phaeonotusRBRMCEMGPC, PI, VCEmberizidaeMelospiza lincolniiMwNMIdCNGCCEmberizidaePipilo ocaiRBRRCEMMOPC, PICEmberizidaeSpizella passerinaMtNMIdRNGCCCardinalinaePasserina cyaneaMtNMIdRNGCCCardinalinaePasserina versicolorMwNMIdREMGACCardinalinaePheuticus melanocephalusMwNMIdRCEMOCCIcteridaeIcterus abeilleiLNMIPCEMMOCCIcteridaeIcterus bullockiiMwNMIdRTIFCCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMIEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMIdRCNIFCCIcteridaeIcterus spuriousMtNMIdRCNIFCCFringilidaeCarduelis notateLBMIRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMIRNGPC, PI, VC	Emberizidae	Arremon virenticeps	RB	R	PC	EMM	O	PC, PI, V			C
EmberizidaeJunco phaeonotusRBRMCEMGPC, PI, VCEmberizidaeMelospiza lincolniiMwNMIdCNGCEmberizidaePipilo ocaiRBRRCEMMOPC, PICEmberizidaeSpizella passerinaMtNMIdRNGCCCardinalinaePasserina cyaneaMtNMIdREMGCCCardinalinaePasserina versicolorMwNMIdREMGXCCardinalinaePheuticus melanocephalusMwNMIdRCEMOCCIcteridaeIcterus abeilleiLNMIPCEMMOCCIcteridaeIcterus bullockiiMwNMIdPCNIFCCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMIEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMIdRCNIFCCIcteridaeIcterus spuriousMtNMIdRCNIFCCFringilidaeCarduelis notateLBMIRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMIRNGPC, PI, VC	Emberizidae	Diglossa baritula	RB	R	MC	EM	NI	PC, PI, V			C
EmberizidaeMelospiza lincolniiMwNMIdCNGCEmberizidaePipilo ocaiRBRRCEMMOPC, PICEmberizidaeSpizella passerinaMtNMIdRNGCCardinalinaePasserina cyaneaMtNMIdRNGXCCardinalinaePasserina versicolorMwNMIdREMGXCCardinalinaePheuticus melanocephalusMwNMIdRCEMOCCIcteridaeIcterus abeilleiLNMIPCEMMOCCIcteridaeIcterus bullockiiMwNMIdPCNIFCCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMIEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMIdRCNIFCCIcteridaeIcterus spuriousMtNMIdRNIFCCFringilidaeCarduelis notateLBMIRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMIRCNGPC, PI, VC	Emberizidae	Junco hyemalis	AMN	Mld	R	N	G				C
Emberizidae Pipilo ocai RB R RC EMM O PC, PI C Emberizidae Spizella passerina MtN Mld R N G Cardinalinae Passerina cyanea MtN Mld R N G Cardinalinae Passerina versicolor MwN Mld R EM G X C Cardinalinae Pheuticus melanocephalus MwN Mld RC EM O C Icteridae Icterus abeillei LN Ml PC EMM O C Icteridae Icterus bullockii MwN Mld PC N IF C Icteridae Icterus graduacauda LN Ml R T IF C Icteridae Icterus graduacauda LN Ml RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI C Icteridae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI, V C	Emberizidae	Junco phaeonotus	RB	R	MC	EM	G	PC, PI, V			C
Emberizidae Spizella passerina MtN Mld R N G C Cardinalinae Passerina cyanea MtN Mld R N N G C Cardinalinae Passerina versicolor MwN Mld R EM G X C Cardinalinae Pheuticus melanocephalus MwN Mld RC EM O C Cardinalinae Icterus abeillei LN Ml PC EMM O C Icteridae Icterus bullockii MwN Mld PC N IF C Icteridae Icterus cucullatus MwN Mld R T T IF C Icteridae Icterus graduacauda LN Ml RC N IF C Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N N IF C Icteridae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI C Icteridae Carduelis pinus LB Ml RC N G PC, PI, V C	Emberizidae	Melospiza lincolnii	MwN	Mld	C	N	G				C
Cardinalinae Passerina cyanea MtN Mld R N G Cardinalinae Passerina versicolor MwN Mld R EM G X C Cardinalinae Pheuticus melanocephalus MwN Mld RC EM O C Icteridae Icterus abeillei LN Ml PC EMM O C Icteridae Icterus bullockii MwN Mld PC N IF C Icteridae Icterus cucullatus MwN Mld R T T IF C Icteridae Icterus graduacauda LN Ml EM O X O Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N N IF C Fringilidae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI C Fringilidae Carduelis pinus LB Ml RC N G PC, PI, V C	Emberizidae	Pipilo ocai	RB	R	RC	EMM	O	PC, PI			C
CardinalinaePasserina versicolorMwNMldREMGXCCardinalinaePheuticus melanocephalusMwNMldRCEMOCIcteridaeIcterus abeilleiLNMlPCEMMOCIcteridaeIcterus bullockiiMwNMldPCNIFCIcteridaeIcterus cucullatusMwNMldRTIFCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMlEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMlRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMlCNGPC, PI, VC	Emberizidae	Spizella passerina	MtN	Mld	R	N	G				C
CardinalinaePheuticus melanocephalusMwNMldRCEMOCIcteridaeIcterus abeilleiLNMlPCEMMOCIcteridaeIcterus bullockiiMwNMldPCNIFCIcteridaeIcterus cucullatusMwNMldRTIFCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMlEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMlRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMlCNGPC, PI, VC	Cardinalinae	Passerina cyanea	MtN	Mld	R	N	G				C
IcteridaeIcterus abeilleiLNMIPCEMMOCIcteridaeIcterus bullockiiMwNMldPCNIFCIcteridaeIcterus cucullatusMwNMldRTIFCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMIEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMIRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMICNGPC, PI, VC	Cardinalinae	Passerina versicolor	MwN	Mld	R	EM	G			X	C
IcteridaeIcterus bullockiiMwNMldPCNIFCIcteridaeIcterus cucullatusMwNMldRTIFCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMlEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMlRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMlCNGPC, PI, VC	Cardinalinae	Pheuticus melanocephalus	MwN	Mld	RC	EM	O				C
IcteridaeIcterus cucullatusMwNMldRTIFCIcteridaeIcterus graduacaudaLNMIEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMIRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMICNGPC, PI, VC	Icteridae	Icterus abeillei	LN	Ml	PC	EMM	O				C
IcteridaeIcterus graduacaudaLNMIEMOXOIcteridaeIcterus parisorumMwNMldRCNIFCIcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMlRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMlCNGPC, PI, VC	Icteridae	Icterus bullockii	MwN	Mld	PC	N	IF				C
Icteridae Icterus parisorum MwN Mld RC N IF C Icteridae Icterus spurious MtN Mld R N IF C Fringilidae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI C Fringilidae Carduelis pinus LB Ml C N G PC, PI, V C	Icteridae	Icterus cucullatus	MwN	Mld	R	T	IF				C
IcteridaeIcterus spuriousMtNMldRNIFCFringilidaeCarduelis notateLBMlRCNGPC, PICFringilidaeCarduelis pinusLBMlCNGPC, PI, VC	Icteridae	Icterus graduacauda	LN	Ml		EM	O			X	0
Fringilidae Carduelis notate LB Ml RC N G PC, PI C Fringilidae Carduelis pinus LB Ml C N G PC, PI, V C	Icteridae	Icterus parisorum	MwN	Mld	RC	N	IF				C
Fringilidae Carduelis pinus LB MI C N G PC, PI, V C	Icteridae	Icterus spurious	MtN	Mld	R	N	IF				C
	Fringilidae	Carduelis notate	LB	Ml	RC	N	G	PC, PI			C
Fringilidae Carduelis psaltria LN MI PC T G C	Fringilidae	Carduelis pinus	LB	Ml	C	N	G	PC, PI, V			C
	Fringilidae	Carduelis psaltria	LN	Ml	PC	T	G				C

Apéndice 2. Promedio mensual de capturas (Número de idividuos/ horas red x 100) de la avifauna en la Estación MOSI Neva.

Familia	Especie	Е	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D
Strigidae	Aegolius acadicus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Strigidae	Glaucidium gnoma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
Strigidae	Megascops flammeolus	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trochilidae	Agyrtria violiceps	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trochilidae	Archilocus alexandri	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Trochilidae	Colibrí thalassinus	13.3	11.0	9.4	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.6	10.9	16.0
Trochilidae	Cynanthus latirostris	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trochilidae	Eugenes fulgens	17.0	13.4	9.2	21.0	6.3	1.6	6.0	13.2	2.5	4.6	5.7	16.2
Trochilidae	Hylocharis leucotis	15.2	21.9	34.0	113.9	25.5	62.9	8.0	14.8	8.0	21.4	24.5	19.2
Trochilidae	Lamporins clemenciae	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trochilidae	Lampornis amethystinus	0.3	0.2	0.0	4.1	6.8	11.4	0.0	19.8	0.0	0.0	0.5	0.5
Trochilidae	Saucerottia beryllina	0.2	0.0	0.1	0.5	1.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trochilidae	Selasphorus platycercus	10.8	17.2	8.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	4.7	11.0
Trochilidae	Selasphorus rufus	2.7	10.0	6.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	2.1	6.6
Trochilidae	Selasphorus sasin	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0
Trochilidae	Stellula calliope	0.3	0.7	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Picidae	Colaptes auratus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
Picidae	Picoides villosus	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Picidae	Sphyrapicus varius	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Contopus sordidulus	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Empidonax difficilis	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Empidonax flaviventris	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Tyrannidae	Empidonax fulvifrons	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Empidonax hammondi	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Empidonax minimus	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Empidonax oberholseri	0.0	0.2	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Empidonax occidentalis	0.0	0.3	0.4	0.3	1.6	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tyrannidae	Myarchus tubercullifer	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vireonidae	Vireo gilvus	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vireonidae	Vireo huttoni	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Vireonidae	Vireolanius melitophrys	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Paridae	Poecile sclateri	0.2	0.2	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Aegithalidae	Psaltiparus minimus	2.1	8.0	8.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	2.6	2.0
Sittidae	Sitta carolinensis	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Troglodytidae	Campylorhynchus megalopterus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Troglodytidae	Henicorhina leucophrys	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	2.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.2
Troglodytidae	Troglodytes aedon	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Troglodytidae	Troglodytes brunneicollis	0.3	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	4.0	3.3	0.0	0.0	0.5	0.2
Regulidae	Regulus calendula	2.4	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	3.2	4.2
Regulidae	Regulus satrapa	0.2	0.2	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	1.2	0.3	0.0
Turdidae	Catharus frantzii	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Turdidae	Catharus guttatus	0.0	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fa}milia	Especie	E	F	M	Α	M	J	J	Α	S	0	N	D
Turdidae	Catharus occidentalis	1.2	1.5	4.4	9.6	9.4	18.8	8.0	4.9	2.5	2.3	1.6	1.2
Turdidae	Myadestes occidentalis	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
Turdidae	Turdus migratorius	0.0	0.2	0.4	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mimidae	Melanotis caerulescens	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ptilogonatidae	Ptilogonys cinereus	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Parulidae	Basileuterus belli	0.5	1.0	0.2	0.4	0.5	0.0	2.0	8.2	1.2	0.0	0.5	1.7
Parulidae	Dendroica coronata	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Parulidae	Dendroica petechia	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Parulidae	Dendroica townsendi	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	8.0	0.2
Parulidae	Ergaticus ruber	8.0	8.0	2.3	2.1	1.0	11.4	10.0	14.8	1.2	1.2	1.3	1.0
Parulidae	Myioborus miniatus	0.2	1.8	1.8	0.7	0.0	6.5	4.0	1.6	2.5	1.2	0.3	0.0
Parulidae	Oporornis tolmiei	0.7	0.7	0.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.7	8.0	1.5
Parulidae	Parula superciliosa	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Parulidae	Vermivora celata	19.4	33.4	41.0	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	19.6	15.2	15.3
Parulidae	Vermivora crissalis	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2
Parulidae	Vermivora ruficapilla	0.5	1.2	2.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Parulidae	Wilsonia pusilla	1.2	1.3	4.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	4.0	2.3	1.5
Emberizidae	Atlapetes pileatus	0.7	0.5	1.9	3.8	4.2	1.6	0.0	3.3	0.6	0.0	1.1	1.5
Emberizidae	Arremon virenticeps	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	1.6	0.0	8.2	0.0	0.0	8.0	0.0
Emberizidae	Diglossa baritula	6.2	5.0	4.2	10.2	2.6	3.3	0.0	3.3	0.6	15.0	11.5	14.8
Emberizidae	Junco hyemalis	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
Emberizidae	Junco phaeonotus	25.2	18.9	12.2	11.1	12.5	37.6	12.0	11.5	15.5	23.1	20.0	31.3
Emberizidae	Melospiza lincolnii	0.0	1.0	3.2	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.0	0.7
Emberizidae	Pipilo ocai	0.7	0.7	1.1	2.0	2.6	0.0	0.0	1.6	0.0	1.2	0.5	1.0
Emberizidae	Spizella passerina	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cardinalinae	Passerina cyanea	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cardinalinae	Passerina versicolor	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Cardinalinae	Pheuticus melanocephalus	0.0	0.0	1.2	3.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2
Icteridae	Icterus abeillei	1.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Icteridae	Icterus bullockii	1.0	0.3	8.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Icteridae	Icterus cucullatus	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Icteridae	Icterus parisorum	1.0	0.7	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Icteridae	Icterus spurius	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fringilidae	Carduelis notata	0.0	0.8	0.4	4.5	3.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2
Fringilidae	Carduelis pinus	0.5	1.0	1.6	5.2	15.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fringilidae	Carduelis psaltria	0.0	0.0	0.4	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Apéndice 3. Catálago de especies de flora vascular de la Estación MOSI Neva.

DIVISIÓN: PINOPHYTA; CLASE: PINOPSIDA

PINACEAE

- 1. Pinus pseudostrobus Lindl.
- 2. Abies religiosa (H.B.K.) Schltdl. & Cham.

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA; CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ASTERACEAE

- 3. Stevia monardifolia Humb., Bonpl. y Kunth.
- 4. Roldana albonervia (Greenm.) H. Rob y Brettell
- 5. Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H. Rob. & Brettell
- 6. Senecio chapalensis S. Watson
- 7. Senecio callosus Sch. Bip
- 8. Senecio tolucanus DC.
- 9. Verbesina heterocarpa S. F. Blake
- 10. Piqueria triflora Hemsl.
- 11. Eupatorium pazcuarense Humb.,. Bonpl. y Kunth.
- 12. Gnaphalium sp.
- 13. Eupatorium arsenei B. L. Rob.
- 14. Cirsium ehernbergii Sch. Bip
- 15. Hieracium sp.

CAMPANULACEAE

17. Lobelia laxiflora Humb., Bonpl. y. Kunth.

CARYOPHYLLACEAE

18. Arenaria lanuginosa (Michx.) Rohrb.

CONVOLVULACEAE

19. Cuscuta corymbosa Ruiz & Pav.

EUPHORBIACEAE

20. Euphorbia campestris Schltdl. y Cham.

HYDROPHYLLACEAE

21. Phacelia platycarpa (Cav.) Spreng.

LAMIACEAE

- 22. Stachys coccinea Jacq.
- 23. Salvia gesneriflora Lindl.
- 24. Salvia iodantha Fernald
- 25. Salvia mexicana L.

LEGUMINOSAE

26. Lupinus reflexus Rose

LOGANIACEAE

27. Budleja sessiliflora H.B.K.

28. Budleja cordata

ONAGRACEAE

29. Fuchsia sp.

PHYTOLACCACEAE

30. Phytolacca icosandra L.

ROSACEAE

31. Crataegus pubescens (Humb., Bonpl. y Kunth) Steud

32. Alchemilla pringlei Fedde

SCROPHULARIACEAE

33. Penstemon roseum (Cerv. ex Sweet) G. Don

SOLANACEAE

34. Cestrum terminale Dunal.

35. Solanum pubigerum Lag.

VERBENACEAE

36. Lipia sp.

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA; CLASE: LILIOPSIDA

POACEAE

37. Vulpia myuros (L.) C.C. Gmel.