



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

DIVERSIDAD AVIFAUNISTICA EN UN RODAL DE EUCALIPTO (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*) BAJO DOS CONDICIONES ECOLÓGICAS EN LA SIBERIA, ESTADO DE MÉXICO

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

VERONICA ESTELA RUIZ OLIVARES



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Estado de México, Mayo de 2013



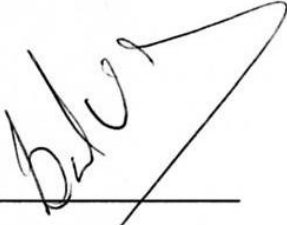
Diversidad avifaunística en un rodal de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*) bajo dos condiciones ecológicas en la Siberia, Estado de México

Tesis realizada por Veronica Estela Ruiz Olivares bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN: CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR: José Álvarez M

Dr. José Guadalupe Álvarez Moctezuma

ASESOR: 

Dr. Saúl Ugalde Lezama

ASESORA Beatriz C. Aguilar Valdez

M.C. Beatriz Cecilia Aguilar Valdez

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento de mis estudios de posgrado durante estos dos años, permitiéndome cumplir una meta más a lo largo de mi vida.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de seguir superándome, por todo el aprendizaje y la experiencia brindada.

Al posgrado de la DICIFO en Ciencias Forestales por abrirme sus puertas, a los profesores, trabajadores, directivos por todo el apoyo brindado, por lograr juntos un objetivo.

Al Dr. José Guadalupe Álvarez Moctezuma por sus ánimos, apoyo y comprensión a lo largo de este tiempo.

Al Dr. Saúl Ugalde Lezama por su disposición, apoyo, guía, material, dedicación, esfuerzo y trabajo en la presente.

A la MC. Beatriz Cecilia Aguilar Valdez por su amistad, paciencia, comprensión, conocimientos, material y apoyo durante mi formación académica.

Al técnico Juan Sánchez Martínez por su invaluable apoyo en el trabajo de campo, enseñanzas, calidez, esfuerzo, muchísimas gracias.

Al Ingeniero Alejandro Ruiz Olivares por su apoyo incondicional en el trabajo de campo, escritorio y a lo largo del posgrado.

A la Ingeniera Victoria Pantoja Campa por su gran apoyo en el trabajo de campo.

A todos los que directa e indirectamente participaron en la presente, profesores, compañeros, secretarías, conductores, compañeros, encargados de áreas... gracias.

DEDICATORIA

A esa fuerza equilibrio y energía que rige el universo...

A mi mamá Adelita y a mi papá Ray por su fortaleza, apoyo, esfuerzo, amor, estoy orgullosa de ustedes, les debo todo, no tengo palabras este grado con mucho amor... es suyo.

A mi hermano Alejandro por estar a mi lado en todo momento, su amor, compañía, complicidad, por todo, te admiro mucho, eres el mejor investigador, te quiero.

A la familia Olivares Guzmán por estar presente y pendiente de mí en todo momento, por su gran apoyo, amor y solidaridad, gracias.

A mi persona especial Eric, por ser parte de mi vida, ayudarme a conocerme y crecer juntos, por estar en las buenas y en las malas, por el amor, apoyo y comprensión, gracias, te quiero.

A todas las mujeres que creen, luchan y lo consiguen Adelita, Ceci, Julieta, Karina, Tania, Victoria, y muchas más, son únicas mis heroínas, gracias por todo.

A los familiares y amigos que se nos adelantaron en el camino; a la vida misma y a mi hermoso México.

DATOS BIOGRÁFICOS

Estudios de bachillerato en el Plantel Nezahualcoyotl de la Escuela
Preparatoria de la Universidad Autónoma del Estado de México

Estudios de Licenciatura en Ingeniería en Agroecología por la
Universidad Autónoma Chapingo

Diversidad avifaunística en un rodal de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*) bajo dos condiciones de restauración ecológica en la Siberia, Estado de México

Veronica Estela Ruiz Olivares¹ José Guadalupe Álvarez Moctezuma²

**Bird diversity in a stand of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*)
under two conditions of ecological restoration in Siberia, State of México**

RESUMEN

La forma en que la reforestación como estrategia de restauración ecológica afecta a las comunidades de aves en términos de riqueza, abundancia y diversidad de especies ha sido escasamente investigada. La presencia de aves fue estudiada (agosto-noviembre 2012) en un rodal forestal de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* y *E. globulus*) con dos condiciones de restauración ecológica: 1) Estadio Sucesional Primario (ESP) y; 2) Estadio Sucesional Secundario (ESS) de la Estación Forestal la Siberia, Estado de México. Para el muestreo de aves se utilizó la metodología mixta de recuento en puntos con radio fijo y búsqueda intensiva. Se registraron un total de 26 especies; 11 en ambas condiciones, 12 exclusivamente en ESP y tres solo en ESS; los resultados del índice de riqueza de Jackknife 1 evidenciaron valores de 29.5 *Spp.*=77.9% (ESP) y 18.5 *Spp.*=75.6% (ESS); en ESP hubo una riqueza de especies significativamente ($F=3$; $P=0.0719$) mayor que ESS. Dichos datos sugieren una serie geométrica ($\chi^2=26.32<33.92$; $gl=22$) en la distribución de la abundancia para ESP y una log-normal ($\chi^2=7.3799<9.49$; $gl=4$) en ESS. La diversidad promedio de Shannon-Wiener (H') para ESP fue de $H'=2.64$ y en ESS de $H'=2.17$. El análisis no paramétrico evidenció que los valores de diversidad estimada en ESP fueron significativamente mayores ($F=7$; $P=0.4289$) que en ESS. Resulta importante la conservación de los rodales forestales, producto de restauración ecológica, a escala local (área de estudio) y regional (Sierra Tlaloc), debido a que involucran procesos ecológicos que determinan la estructura y dinámica de algunos ensamblajes de aves a través del tiempo.

Palabras clave: Restauración ecológica, *E.camaldulensis-E.globulus*, Recuento en puntos, Jackknife 1, Geométrico, Log-normal, Shannon-Wiener.

ABSTRACT

The way in what reforestation strategy affects the bird communities in terms of richness, abundance and diversity of species has been scarcely investigated. The birds presence was studied (august-november 2012) in a eucalyptus forest stand (*Eucalyptus camaldulensis* and *E.globulus*) under ecological restoration conditions: 1) Primary Sucession Stage (PSS) and 2) Secondary Sucession Stage (SSS) of the forest station The Siberia, State of Mexico. For the bird monitoring, the methodology of re-count in fixed radius points and thorough searching was used total of 26 species was recorded, 11 in both conditions, 12 thoroughly with PSS and only 3 in SSS. The results in the Jackknife1 richness index showed values of 29.5 spp= 77.9% (PSS) and 18.5 spp= 75.6% (SSS). In the PSS, a significant grater richness ($F=3$; $P=0.0719$) was found than in the SSS. These results suggest that a geometrical series ($\chi^2=26.32<33.92$; $gl=22$) in the distribution of abundance for PSS and a log-normal for SSS ($\chi^2=7.3799<9.49$; $gl=4$). The average of diversity of Shannon-Wiener (H') to PSS was $H'=2.64$ and $H'=2.17$ for SSS. The non-parametric analysis showed that the estimated diversity values in PSS were significant greater ($F=7$; $P=0.4289$) than SSS values. The conservation of stands is important in local (study area) and regional (Tlaloc mountain range) scale. This is because ecological processes that determine structure and dynamics of birds assembly through time.

Key words: Ecological restoration, *E.camaldulensis-E.globulus*, Re-count in points, Jackknife 1, Geometric, Log-normal, Shannon-Wiener.

1.- Alumna

2.- Presidente

TABLA DE CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- OBJETIVOS	4
2.1.- Objetivo general	4
Objetivos particulares	4
3.- HIPÓTESIS	5
4.- ANTECEDENTES	6
5.- MARCO TEÓRICO	8
5.1.- Aves	8
5.2.-Clasificación taxonómica	9
5.3.- Migración	9
5.4.- Reproducción	10
5.5.- Importancia	10
5.6.- Aves de México	11
5.7.- Hábitat	12
6.- MATERIALES Y MÉTODOS	14
6.1.- Área de estudio	14
6.2.- Clima	15
6.3.- Vegetación	16
6.5.- Fauna	17

6.6.- Hidrología	17
6.7.- Topografía	17
6.8.- Edafología	17
6. 9.- Metodología	18
6.9.1.- Diseño de muestreo	18
6.9.2.- Monitoreo de Aves	19
7.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	22
7.1.- Riqueza	22
7.2.- Abundancia	24
7.3.- Diversidad	26
8.- RESULTADOS	29
8.1.- Riqueza de especies de aves	29
8.2.- Análisis de abundancia	33
8.3.- Análisis de diversidad	35
9.- DISCUSIÓN	36
10.- CONCLUSIÓN	46
11.- REFERENCIAS	47
12.- ANEXOS	62

Diversidad avifaunística en un rodal de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*) bajo dos condiciones de restauración ecológica en la Siberia, Estado de México

1.- INTRODUCCIÓN

En el mundo existen aproximadamente 9,845 especies de aves (Pineda, 2009) mismas que se distribuyen de manera cosmopolita casi en todas partes, son piezas clave para la biodiversidad siendo valiosos indicadores de cambio ambiental a nivel mundial (Bird Life, 2008).

Navarro *et al.* (2009) reportan para México alrededor de 1060 especies, las cuales se encuentran en todo tipo de hábitats desde matorrales xerofitos hasta selvas altas, por lo que su distribución es cosmopolita; comprenden el 10% especies a nivel mundial, con una fenología migratoria en 30% y residente del 70% de especies.

Según Berlanga *et al.* (2010) en el país 148 especies tienen alto grado de amenaza, de las cuales 44 tienen distribución muy restringida, 88 son residentes tropicales y 24 se reproducen en bosques templados, pastizales y zonas áridas. Navarro *et al.* (2009) afirman que el mayor número de aves se encuentra en el sur sureste, mientras que en la Costa del Pacífico, en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, mayoritariamente son especies endémicas.

En México existen 223 especies de aves consideradas como migratorias, ya sean de paso o que permanecen por meses, con cinco

principales grupos que las representan, entre ellas las rapaces, los passeriformes, los colibríes; es por ello que México es un país de gran importancia para las aves migratorias del continente; según Ceballos *et al.* (2002) comparte 100 especies de aves migratorias con Estados Unidos de Norteamérica y Canadá; las especies migratorias viajan en busca de mejores condiciones ya sean climáticas, de alimento, o de un medio para reproducirse (Murillo *et al.*, 2008).

El Eje Neovolcánico según Navarro *et al.* (1993) es un sitio que alberga particularmente gran riqueza avifaunística, García *et al.* (2004) afirman que es uno de los sitios del país con mayor cantidad de endemismos de este grupo taxonómico; además de ser un sitio importante en la historia evolutiva de la avifauna (Navarro *et al.*, 1993); según Ugalde *et al.* (2012) los bosques que lo conforman son sistemas idóneos para el estudio, manejo y conservación de aves.

En los bosques existen eventos que modifican parcial o definitivamente los procesos ecológicos de las especies, al interior de un ecosistema, repercutiendo sobre la biodiversidad en general, se les conoce como perturbaciones (Pickett *et al.*, 1985). En contraparte a ello existe la restauración que restablece de manera natural, asistida (Barrera, 2007) o artificial ya sea parcial o totalmente los sistemas ecológicos.

Por otro lado, aun dentro de las plantaciones forestales exóticas que tienen un manejo adecuado, la avifauna muestra una gran riqueza de especies (Manrique, 2004), por esta razón se plantea evaluar la diversidad de especies de aves existentes en dos rodales forestales de especies exóticas, estos

rodal se encuentran en sucesiones ecológicas diferentes; lo que permitirá conocer el impacto que tiene el manejo de este lugar.

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Evaluar la diversidad de especies de aves presentes en un rodal de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus*) bajo dos condiciones ecológicas: 1) Estadio Sucesional Primario (ESP) y; 2) Estadio Sucesional Secundario (ESS).

Objetivos particulares

- 1.- Estimar y contrastar la riqueza de especies de aves presentes para los dos estados sucesionales
- 2.- Inferir la distribución de la abundancia de las comunidades avifaunísticas en ambos estados sucesionales
- 3.- Evaluar y comparar los patrones de diversidad entre ambos estados sucesionales

3.- HIPÓTESIS

- 1.- La riqueza de especies de aves presentes en ambas sucesiones no difiere significativamente entre ellas
- 2.- La distribución de la abundancia de las comunidades avifaunísticas en ambas sucesiones es similar.
- 3.- No existen diferencias significativas en los patrones de diversidad de ambas sucesiones.

4.- ANTECEDENTES

El predio forestal “La Siberia” pertenece a la Universidad Autónoma Chapingo desde 1960, actualmente forma parte de la División de Ciencias Forestales de la misma.

Forma parte del Programa de Barrera de Oriente, que se implementó en 1960 una forestación en los alrededores del Lago de Texcoco para frenar la erosión por la desecación y evitar que las sales presentes del suelo llegaran al vaso del Lago de Texcoco (Martínez, 2008).

Para lograr esto se utilizaron especies aptas para el clima y el suelo; se eligieron 20 especies de las cuales solo cinco sobrevivieron pero ninguna arbórea, posteriormente se realizó una segunda replantación con una mejor preparación del terreno, en esta lograron adaptarse especies que actualmente están presentes en el predio como *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis* (Martínez, 2008) como predominantes.

En 2002 se realizó una descripción detallada del lugar llamado Plan de Manejo Forestal del predio Ing. Mário Ávila Hernández “La Siberia” por la División de Ciencias Forestales, y para 2008 basada en este plan Martínez realizó la tesis titulada Plan de Manejo en el Área Forestal Experimental Ingeniero Mário Ávila Hernández “La Siberia”, mismo que actualmente se sigue con el fin de lograr una restauración ecológica sustituyendo las actuales especies de árboles con especies nativas o cercanas al sitio.

Al ser estos documentos los únicos abordados para la Siberia, no se cuenta con ningún tipo de estudio que hable sobre las especies de fauna del lugar y específicamente de aves, lo cual es importante conocer en zonas de

restauradas pues funciona como un importante indicador biológico a corto y largo plazo, además en este caso es útil como inventario avifaunístico dando pie a otras investigaciones faunísticas o de índole ecológico.

5.- MARCO TEÓRICO

5.1.- Aves

En el mundo existe una gran diversidad de aves dispersas a lo largo de los ecosistemas, desde bosques hasta desiertos (Cuevas, 2010); las aves varían mucho sus características como forma, tamaño, alimentación, color, comportamiento; otra cosa que las diferencia es que la mayoría de las aves pueden volar, pero existen algunas que son no voladoras por ejemplo las aves corredoras (Campbell, 2005).

Las aves evolucionaron a partir de los reptiles, durante el Mesozoico de pequeños dinosaurios terópodos que eran carnívoros de dos patas; el *Confuciusornis sanctus* es el ave más antigua que se conoce (Starr, 2008).

Las aves son vertebradas de sangre caliente y con plumas, poseen escamas en las patas; producen huevos amnióticos que son fecundados dentro de las hembras, mientras las modificaciones ocurren de forma externa, cuentan con un mecanismo intrínseco que ajusta la temperatura corporal, obteniendo la mayor parte del calor de su metabolismo (Starr, 2008).

Sus alas y todo su esqueleto están formadas de plumas y huesos ligeros; estos no pesan mucho debido a las numerosas cavidades de aire en el tejido óseo, el hueso más macizo es el de la quilla en la que se insertan los músculos (Curtis *et al.*, 2008); estos están unidos por un esternón agregado y al contraerse dan el impulso de elevación. Para volar el ave pliega las plumas para disminuir la superficie del ala y posteriormente extiende las plumas ejerciendo mayor presión sobre el aire (Starr, 2008).

5.2.-Clasificación taxonómica

Las aves por si solas al ser vertebrados con plumas forman una Clase: Aves; la cual se divide en Ordenes que a su vez se dividen en Familias, las cuales agrupan Géneros que incluyen a las Especies; algunas especies han desarrollado características particulares y han conformado subespecies (CONABIO, 2011):

CLASE: Aves

Orden:

Familia:

Género:

Especie:

Las aves se clasifican en 24 ordenes según sus características, comportamiento y similitud genética (Cuevas, 2010).

5.3.- Migración

La migración ocurre con el cambio estacional que influye en los mecanismos internos de ritmo circádico, cambios fisiológicos y conductuales que estimulan a las aves a realizar viajes entre periodos de reproducción y de invierno (Starr, 2008).

Para poder trasladarse las aves se orientan con moléculas especiales que tienen en la retina por el campo magnético terrestre, del sol y las estrellas. Algunas aves pueden pasar largos periodos de tiempo sin tocar tierra (Cuevas, 2010).

5.4.- Reproducción

Se reproducen sexualmente, algunas especies son monógamas otras polígamas, rara vez practican la poliandria; para cada especie es distinto el cortejo que incluye danza, cantos, exhibición de plumaje, entre otros, con la finalidad de seducir a la hembra y poder reproducirse. Las aves son ovíparas, y en algunos casos se turnan para cuidar al huevo, en otros casos lo realiza la hembra o el macho (Cuevas, 2010).

La época de reproducción es distinta según la especie, así como el tiempo de nidación, y tipo de nido; existen aves que son nidícolas y requieren ser alimentadas y permanecer cierto tiempo dentro del nido, a diferencia de estas existen también las nidífugas las cuales comienzan a alimentarse desde que nacen (Cuevas, 2010).

5.5.- Importancia

Este grupo desempeña funciones ecológicas muy importantes, tanto en las zonas rurales como urbanas, lo que utiliza como indicadores de la calidad del ambiente y condiciones de salud. Dentro de algunas funciones contribuyen a la regeneración de bosques, al control de las plagas, limpian el ambiente de animales en descomposición como es el caso de los carroñeros (De Moura, *et al.*, 2007).

Culturalmente desempeñan también un papel importante desde hace tiempo, pues forman parte importante de la tradición de diferentes culturas, inspiran para la creación de obras artísticas (poemas, libros, fotografías música, danza); además se pueden observar en paseos ecoturísticos como

principal atracción (De Moura, *et al.*, 2007). Una de las aves más importantes culturalmente hablando es el águila del escudo nacional Mexicano.

Las aves tienen distintas funciones en el ecosistema, contribuyen a la polinización, la dispersión de frutos y semillas, control biológico, son bioindicadores del estado de los ecosistemas y de cambio climático. En el caso de las aves que se alimentan de organismos acuáticos se tiene gran interés, pues son de importancia para el ciclo biogeoquímico del fósforo ya que este pasa en forma de guano de los ecosistemas acuáticos a los terrestres (Cuevas, 2010).

Las aves cumplen con la mayoría de los criterios que se necesitan para ser indicadora de calidad de hábitat, además de ser un grupo muy grande, diverso, y relativamente fácil de estudiar que permite realizar comparaciones (Gonzales, 2003).

5.6.- Aves de México

Para México las especies endémicas son de gran importancia, pues ha sido un importante centro de diversificación y evolución de muchas aves; el endemismo y la riqueza de especies muestran grandes diferencias as. (Navarro *et al.*, 2009). Según la CONABIO (2011) existen algo más de 8600 especies de aves en todo el mundo.

México es reconocido como un importante centro de evolución de aves, abarcando especies marinas y costeras, muchas de las cuales únicamente están en las costas en el invierno; como también la enorme riqueza de aves terrestres, que abarcan todos los ambientes y las regiones del país en patrones muy complejos (Torres *et al.*, 2000). Entre los causantes de esta diversidad

están la topografía, clima, historia geológica, biológica y cultural; además de su ubicación en dos de las principales regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Benites, 2007).

Para México hablando de aves silvestres existen 22 órdenes, 77 familias, 397 géneros, 1079 especies; de todas el 30% son migratorias y el 70% residentes; del total de estas aves nueve géneros y más de 100 especies son endémicas. (Torres *et al.*, 2000). Según la WWF (2007) para aves en México se registran 19 especies extintas, 72 en peligro de extinción, 107 amenazadas, y 173 en protección especial.

5.7.- Hábitat

El término hábitat deriva del latín *habitare*: “habitar”, “ocupar un sitio”, se ha utilizado desde la antigua Historia Natural, Chaves (2011) menciona que normalmente se refiere al hábitat como “el tipo de lugar en el que un animal normalmente vive” “colección de condiciones y recursos necesarios para su ocupación”. En cuanto a la selección de hábitat, afirma que es el resultado de la preferencia y que esta a su vez es producto del beneficio diferencial recurso-específico; el hábitat como entidad biofísica tiene muchas dimensiones, por lo que la escala en que se trabajara es importante para realizar trabajos de investigación.

Cada ave tiene un tipo de hábitat, muchas veces fragmentados por actividades humanas o desastres naturales. Con diferentes perturbaciones las especies de aves cambian, algunas desaparecen, otras migran, emigran y algunas se adaptan.

Según Havery *et al.* (2000), algunos estudios afirman que los árboles en los potreros cumplen un papel importante en la conservación de especies de aves silvestres en paisajes fragmentados, pues proporcionan refugio, sitios de descanso, anidación y alimento; las cercas vivas, cortinas rompevientos y fragmentos de bosque también pueden servir como corredores biológicos para algunas especies en paisajes agropecuarios, mejorando la conectividad del paisaje y ayudando al desplazamiento de las aves silvestres entre parches de bosques naturales remanentes, aumentando también la dispersión de semillas entre fragmentos y hacia los potreros.

6.- MATERIALES Y MÉTODOS

6.1.- Área de estudio

El área forestal “La Siberia” se ubica en el municipio de Texcoco, México en la carretera federal México- Texcoco a la altura del km 36.5, en la población de San Luis Huexotla, a 1.5 km del centro. Limita al Norte y Oeste con Terrenos del poblado de Huexotla, al Sur con terrenos del Rancho Tecoac, al Este con el Ejido de Tequexquihuac (Chapingo, 2012).

Las coordenadas geográficas del predio son 19°27'58" a 19°28'27" Latitud Norte 98°51'14" a 98°51'45" Longitud Oeste; la altitud varía de 2,300 a 2,346 msnm (Martínez, 2008). Como se muestra en la Figura 1 el predio se encuentra rodeado principalmente de terrenos de uso agrícola.

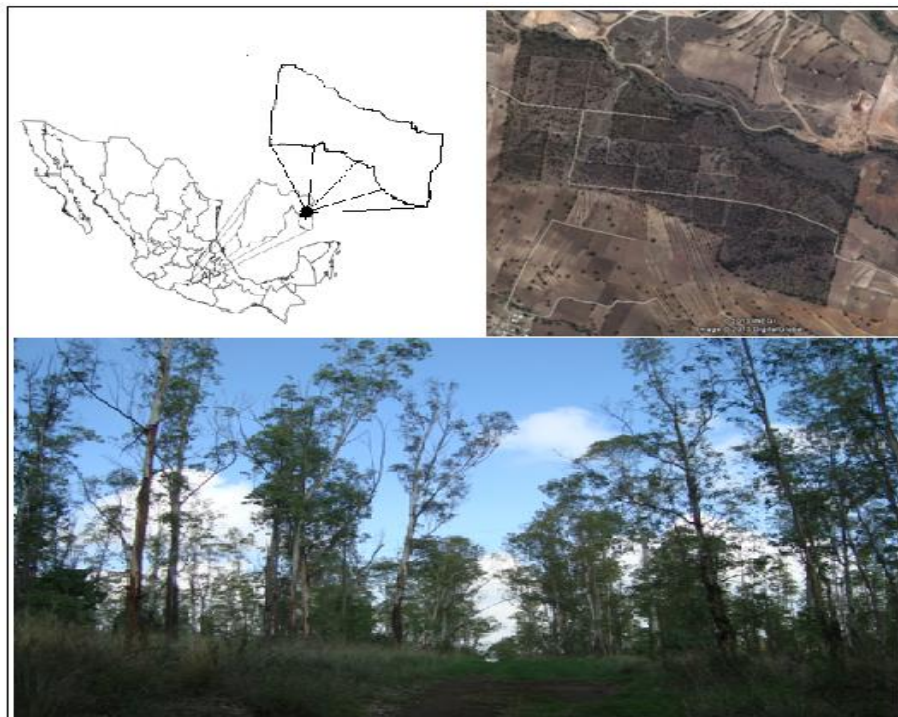


Figura 1.-Ubicación del Área Forestal “La Siberia”, vista aérea (Google Earth, 2013), paisaje del lugar.

6.2.- Clima

Según el sistema de clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García (1968), el clima que presenta la región es templado subhúmedo tipo C (wo)(w)b(i). Según Marzo, (2008; Chapingo, 2012) también tiene meses calurosos y con heladas (Tabla 1).

Tabla 1.- Variables climatológicas, Martínez (2008).

Variable	Descripción
Temperatura	Media anual: 12° - 18°C
	Meses fríos: diciembre, enero y febrero
	Meses cálidos: abril, mayo, junio, julio y agosto
	Heladas: noviembre, diciembre, enero y febrero
Precipitación	Media anual: 700 mm
	Meses más lluviosos: junio, julio y agosto
	Meses menos lluviosos: noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo
	Número de días con lluvia al año: 70 – 100 días
Humedad atmosférica	Vientos procedentes del Golfo de México
	Humedad atm: 50% - 60%
	Región de nieblas poco frecuente
Vientos	Dominantes de dirección Este (frecuencia de 50%), a Oeste (frecuencia de 30%)

6.3.- Vegetación

Por medio del Programa Barrera de Oriente se realizó una reforestación en los alrededores del Lago de Texcoco, incluyendo La Siberia, las principales especies que mejor se adaptaron a las condiciones de la zona fueron *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus* y *Casuarina equisetifolia*, (Martínez, 2008) de las cuales el Eucalipto es la predominante en este momento en la zona.

Dentro de las principales especies que componen la vegetación arbórea se encuentra: *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus lindleyi*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus*, *Pinus cembroides*, *Pinus Greggii*, *Quercus desertícola*, *Schinus molle* (Martínez, 2008).



Figura 2.- Vegetación de la Siberia, Estado de México

6.5.- Fauna

Según Martínez (2008) en el predio existen especies de reptiles como *Crotalus triseriatus*, *Sceloporus spp*, *Masticaphys flagellum*, *Thamnophys seques*; mamíferos como *Sylvilagus floridanus*, *Sciurus aureogaster*, *Didelphys virginiana*.

6.6.- Hidrología

La Siberia pertenece a la Región Hidrológica No. 26 “Panuco”, Cuenca Del “Río Moctezuma”, en la Subcuenca Del “Río San Bernardino”, MicrocuencaDd01 “Afluentes del Río San Bernardino”; se encuentra dentro de dos SubmicrocuencasDd01-001 “A” con 4.72 ha, y a la SubmicrocuencaDd01-002 “B” con 54.8 ha (Martínez, 2008).

6.7.- Topografía

La Siberia se encuentra en la Sierra Nevada , en el límite oriente de la Cuenca del Valle de México, la cuál a su vez se encuentra dentro del Eje Neovolcanico Trasnversal (UACH, 2012).

6.8.- Edafología

El material de los suelos de la Siberia está formado por material cinerítico proveniente de la remota actividad del volcán Tláloc. Por la clasificación de la FAO-UNESCO, el suelo predominante es Hh + I/2.

Los suelos Feozem Háplicos (Hh), tienen una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, su drenaje interno es bueno si no tiene presencia de arcilla en el subsuelo. Por otro lado los litosoles (I) que son poco profundos

y asociado con feozem son muy utilizados para fines forestales (Martínez, 2008)

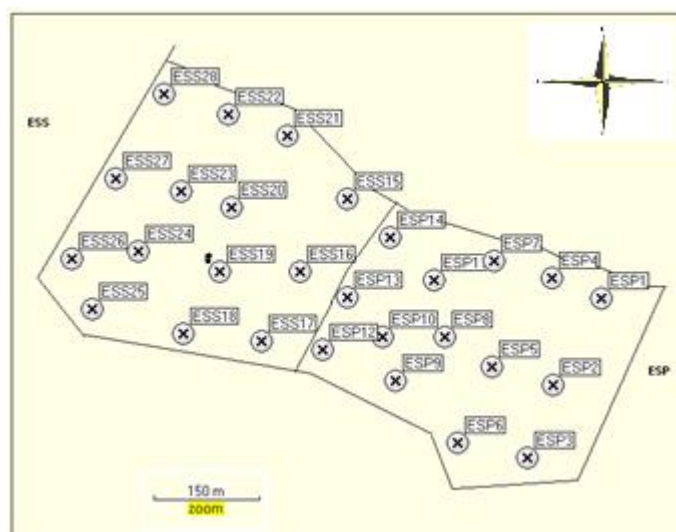
6. 9.- Metodología

6.9.1.- Diseño de muestreo

Se eligieron dos estados ecológicos sucesionales de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* y *Eucaliptos globulus*) con dos gradientes de estado sucesional evidente en su estructura vegetal: con dos condiciones ecológicas: 1) Estadio Sucesional Primario (ESP, con 42%) y; 2) Estadio Sucesional Secundario (ESS, con 28%).

En ambas condiciones se registraron las coordenadas de los vértices de cada polígono con un sistema de Geoposicionamiento Global (GPS; por sus siglas en inglés) modelo etrex VISTA HGX, marca Garmin; posteriormente, estos datos se trasladaron al software MapSource versión 6.16.3 (Garmin, 2010) para generar el Sistema de Información Geográfica (SIG) de cada condición. En ESP y ESSse estableció un diseño de Muestreo Sistemático con Distancias Predeterminadas en Arreglos a Manera de Cuadrícula (Ralph *et al.*, 1996) cubriendo una superficie efectiva de 29.5 ha, respectivamente y un total de 28 unidades de elección (UE; Figura 3).

Figura 3.- Polígono de la Siberia con ESP, ESS, y UE.



6.9.2.- Monitoreo de Aves

Dentro de ESP y ESS, se establecieron 14 unidades de elección para cada una de ellas, y en función del diseño de muestreo propuesto, se colocó cinta amarilla de precaución y marcas con aerosol para un mejor avistamiento durante el trabajo de campo (Figura 4).

Figura 4.- Marcas de campo en las UE en ESP y ESS



De agosto a noviembre de 2012 fueron realizados cuatro monitoreos de aves en función del diseño de muestro establecido; la metodología empleada para dicho fin fue una mixta conformada por: 1) Recuento en puntos con radio fijo de 25 m y 2) búsqueda intensiva (Ambrose, 1989; Ralph *et al.*, 1996), se utilizaron ambos esquemas complementarios de monitoreo para incrementar la probabilidad de detección de especies de individuos de comportamiento quieto y silencioso.

De agosto a noviembre 2012, fueron realizados cuatro monitoreos de aves en función del diseño de muestreo establecido; la metodología empleada para dicho fin fue una mixta conformada por: 1) Recuento en puntos con radio fijo de 25 m y 2) búsqueda intensiva (Ambrose, 1989; Ralph *et al.*, 1996), se utilizaron ambos esquemas complementarios de monitoreo para incrementar la probabilidad de detección de especies de individuos de comportamiento quieto y silencioso.

Estas se desarrollaron de manera paralela en un horario de 06:00 a 12:00 hrs para ESP y ESS en cada una de sus UE's seleccionadas en el diseño de muestreo, cuando las condiciones climáticas eran óptimas (Robbins *et al.*, 1986). Los recuentos en puntos con radio fijo de 25 m y 150 m entre ellos para evitar replicaciones (Ralph *et al.*, 1996) y búsqueda intensiva se realizaron de manera mensual, un día para cada condición. Las observaciones de aves se llevaron a cabo durante 10 minutos por punto, comenzando estas luego de un minuto posterior a la llegada del observador a cada UE para permitir que la avifauna se adaptara a la presencia del mismo (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996).

La identificación de las especies de aves se llevó a cabo utilizando binoculares (25 x 50 m; Bushnell) y guías de campo estándar (p. ej. Peterson y Chalif, 1989; National Geographic Society, 2002); las variables registradas fueron especie, número de individuos por especie y presencia-ausencia (Figura 5).

Figura 5- Monitoreo de avifauna en la Siberia, Texcoco Estado de México



7.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

7.1.- Riqueza

Con los datos de las especies de aves registradas en ambas zonas, se empleó el criterio de clasificación de la American Ornithologist's Union (AOU, 1998) para sistematizar taxonómicamente a cada especie, se tomó en consideración la clasificación de la Neotropical Migratory Bird Conservation Act (NMBCA, 2008) para la identificación de especies migratorias, y la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) para clasificar su posible categoría de riesgo; estos criterios son reconocidos nacional e internacionalmente y son de gran utilidad para estudios avifaunísticos.

Posteriormente con los datos de presencia-ausencia de cada zona se utilizó el Índice de Jackknife1, un método no paramétrico útil en la evaluación ecológica de eventos raros (Santos, 2003) y que ha demostrado ser confiable para calcular la riqueza verdadera (Moreno, 2000). En dicho índice se considera:

$$S_{jack1} = S_{obs} + L(n-1/n)$$

S_{obs} =número total de especies observadas

L = Número de especies que ocurren solamente en una muestra

n = Número de muestras.

Para su cálculo se empleó el software Estimate 7.5 (Colwell, 2012) en dicho análisis se utilizó un $\alpha=0.05$ y un intervalo de confianza del 95% calculando la riqueza de especies en ambas zonas.

Después de comprobar los supuestos estadísticos del Análisis de Varianza (ANOVA) y corroborar que los mismos no se cumplen, particularmente en términos de normalidad y homogeneidad en las varianzas, se usaron los datos de presencia-ausencia registrados en cada zona con la finalidad de detectar diferencias significativas en la riqueza específica de especies (Moreno, 2000) registrada en ambas zonas; empleándose para ello la prueba no paramétrica de KruSkall-Wallis (Zar, 1999), la cual, compara k muestras aleatorias independientes; el modelo que la describe:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \frac{\sum \frac{Rc^2}{n_i} - 3(N+1)}{L}$$

H = valor estadístico de la prueba de Kruskal-Wallis

N = tamaño total de la muestra

Rc^2 = sumatoria de los rangos elevados al cuadrado

n_i = tamaño de la muestra de cada grupo

L = ajuste dado por el ajuste de ligas o empates de los rangos

La prueba de hipótesis de KruSkall-Wallis se define como:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 \text{ vs } H_a = \mu_1 \neq \mu_2$$

En dichos análisis se empleó un alfa de 0.05 y un intervalo de confianza del 95%, el procedimiento se elaboró en el software InfoStats (FCA-UNC, 2010)

7.2.- Abundancia

Para calcular la abundancia de especies se utilizó el modelo que propone Motomura (1932), Serie Geométrica, propone que dentro de una comunidad existe un recurso limitante a usar y la abundancia de especies es proporcional a ello, cada especie utiliza una fracción de recurso asignándose un orden de prioridad siendo la especie más abundante la de prioridad 1 (Rocha *et al.*, 2009).

Según Moreno (2000) la especie dominante utiliza por derecho de prioridad una porción k , la segunda se establece de la misma porción k del resto del recurso y sucesivamente, es decir la porción de abundancia de especies es constante con la del predecesor.

Rocha *et al.* (2009) considera que esta serie se presenta en comunidades con pocas especies, ambientes severos, o condiciones donde una especie marca una gran dominancia sobre otras.

Para este análisis (Moreno, 2000) primero se estima la constante k con la ecuación:

$$N_{\min} = \frac{[k/(1-k)] (1-k)^S}{N - 1 - (1-k)^S}$$

$N_{\min}$ = es el número de individuos de la especie menos abundante

N = total de individuos

S = número de especies

Después se calcula:

$$C_k = [1 - (1-k)^S]$$

Posteriormente el número de individuos esperados para cada especie.

En una comunidad con S especies:

La lista de rango abundancia es la ecuación

$$\hat{p}_i = K (1-K)^{i-1} \quad \text{para } i=1,2,\dots, S-1$$

Ecuación de disminución geométrica

$$\hat{p}_i = K (1-K) \quad \text{para } i=S$$

Si N_i es la abundancia absoluta de especie i la abundancia total es

$$N = \sum_{i=1}^S N_i$$

La abundancia absoluta esperada de N_i esperada de la especie i :

$$\begin{aligned} \hat{N}_i &= N \cdot K (1-K)^{i-1} & \text{para } i=1,2,\dots, S-1 \\ \hat{N}_i &= N \cdot K (1-K)^{S-1} & \text{para } i=S \end{aligned}$$

Por otra parte la distribución log-normal se utiliza cuando muchos factores determinan el número de individuos por especie y la variación al azar de estos factores arroja un resultado de distribución normal del número de individuos por especie (Magurran, 1989); este modelo se presenta como consecuencia del teorema del límite central adoptado por Preston (1948).

Este modelo utiliza una distribución de frecuencias en la que el número de especies se representa gráficamente frente al número de individuos por especie en escala logarítmica (Magurran, 1989) y presenta una curva normal (Whittaker, 1977). La ecuación que la describe (Magurran, 1988):

$$S(R) = S_0 \exp(-a^2 R^2)$$

$S(R)$ = número de especies en la R-ésima octava (=clase) a la derecha e izquierda de la curva simétrica.

S_0 = número de especies en la octava modal.

$a = (2\sigma^2)^{-1/2}$ = amplitud inversa de la distribución.

Mediante el software Microsoft Excel (2007) se realizó el cálculo para el ajuste del modelo mediante la prueba de χ^2 dicha prueba se utilizó para verificar si el ajuste del modelo de la serie log normal a los datos era significativo y comparar los valores observados y esperados en la abundancia.

7.3.- Diversidad

Para calcular la diversidad promedio en ESP y ESS se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, éste se basan en la teoría de la información es decir mide el grado de incertidumbre de un sistema (Rocha *et al.*, 2009). Dicho de otra manera por Moreno (2001) es la uniformidad de valores de importancia por medio de las especies muestreadas.

Se basa en la abundancia proporcional de especies, y considerando la uniformidad, riqueza de especies (Krebs, 1985). Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas y el grado promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1989)

Para este índice se asume que todas las especies están representadas en las muestras y toma valores de cero al haber solo una especie y el logaritmo de **S** cuando todas las especies están representadas por igual número de individuos (Magurran, 1998; Moreno, 2001).

La función matemática se representa:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

H' = Diversidad de Shanon-Wiener

P_i = proporción de la serie **i** en la muestra = n_i / N

S = es el número de especies de la muestra

N = número total de individuos de la muestra.

Teóricamente el valor máximo es el log (S) y el mínimo es

$$\log [N/(N-S)]$$

Esto puede realizarse con una manipulación algebraica (Rocha *et al.*, 2009) como:

$$H' = \frac{[N \log N - \sum_{i=1}^S n_i \log n_i]}{N}$$

N = número total de individuos de la muestra

n_i = es el número de individuos de la especie i .

Rocha *et al.*, (2009) afirman que es posible utilizar cualquier base de logaritmos solo con multiplicar los valores por una constante para convertir la base.

El cálculo de este índice se utilizó el software "EstimateS" (Colwell, 2012). Como los resultados obtenidos por el índice de diversidad de Shannon en cada sitio de muestreo no cumplen con los supuestos del ANOVA, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1999) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Dichos análisis se llevaron a cabo con el software estadístico JMP IN 8 (2012).

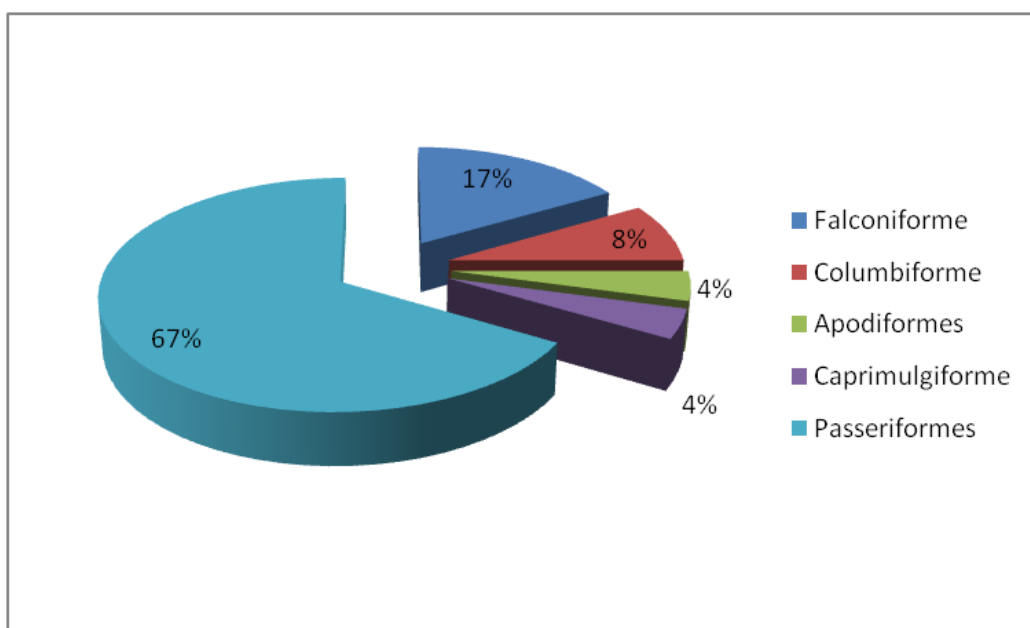
8.- RESULTADOS

8.1.- Riqueza de especies de aves

Se registraron un total de 26 especies de aves de las cuales 11 están presentes en ambas condiciones bajo estudio; 12 exclusivamente en ESP y tres sólo en ESS. Según los criterios de clasificación de la AOU (1998), se registró la especie *Accipiter gentilis* catalogada como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como 13 especies son migratorias por clasificación de la NMBCA (2008), así mismo la AOU (1998) indica que la avifauna registrada pertenece a cinco órdenes y 15 familias (Anexo, Tabla 2).

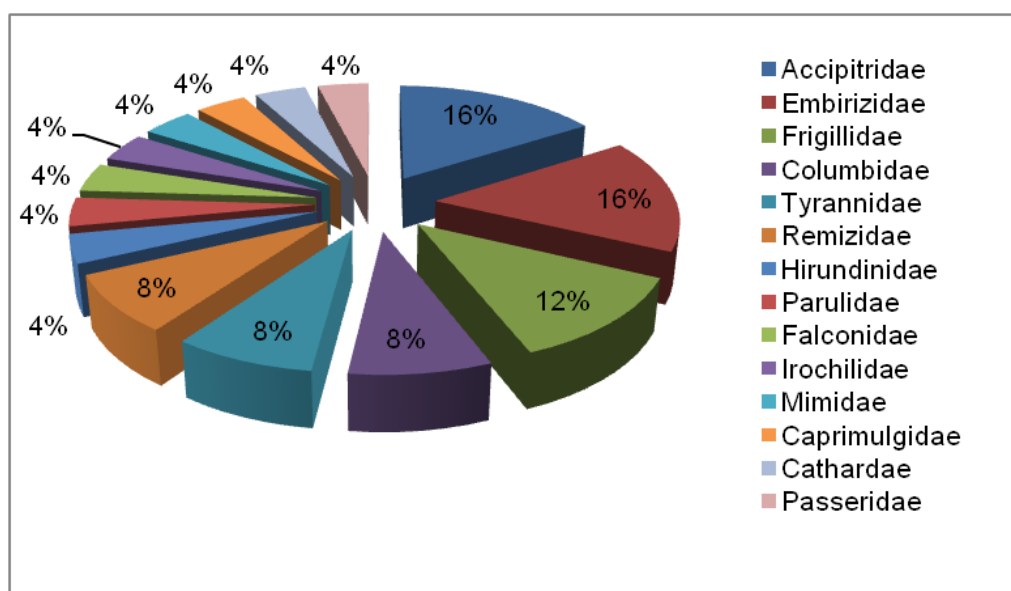
Para la Siberia el orden mejor representado es el Passeriforme con 16 (67%) especies; seguido del Falconiforme con cuatro (17%); Columbiformes con dos (8%); Apodiformes y Caprimulgiforme con una (4%), respectivamente (Figura 6).

Figura 6.-Ordenes de avifauna presentes en la Siberia, Texcoco Estado de México



Las familias con mayor número de especies fueron la Accipitridae y Emberizidae con cuatro (16%) cada una; Fringillidae con tres (12%); Columbidae, Tyrannidae, Remizidae con dos (8%) equitativamente; Hirundinidae, Parulidae, Falconidae, Irochilidae, Mimidae, Caprimulgidae, Cathartidae y Passeridae con una (4%), proporcionalmente (Figura 7).

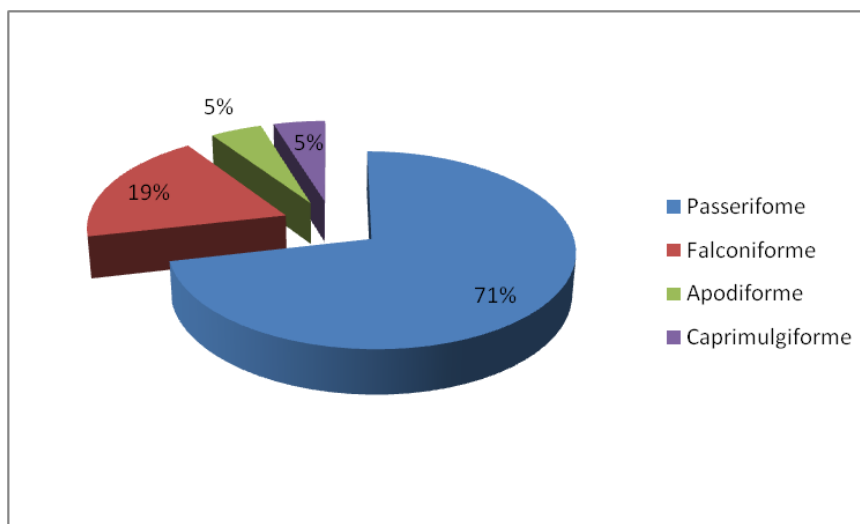
Figura 7.- Familias de avifauna presentes en la Siberia, Texcoco Estado de México



Por otro lado para cada una de los estados sucesionales también se registraron tanto ordenes como familias.

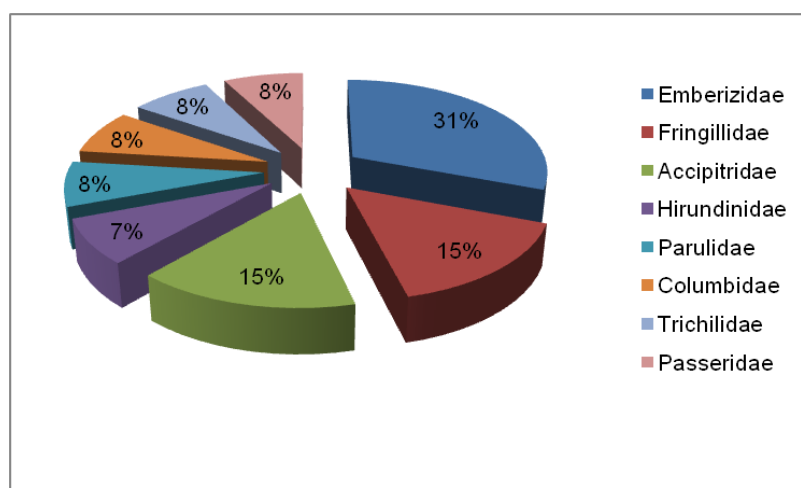
ParaESP se registraron cuatro ordenes, el de mayor presencia Passeriformes con 15 (71%) especies, Falconiformes con cuatro (19%), Apodiformes y Caprimulgiforme ambas con una (5%, Figura 8)

Figura 8.- Ordenes de avifauna presentes en ESP, Siberia Estado de México



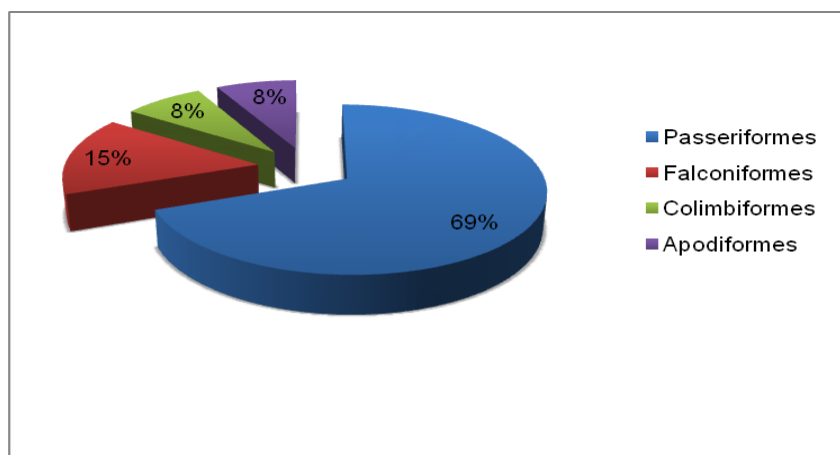
En cuanto a las familias se registraron 15, de las cuales Emberizidae la mejor representada con cuatro (31%) especies, Fringillidae con tres (15%), Accipitridae, Columbidae y Tyrannidae con dos (8%) respectivamente, Passeridae, Caprimulgidae, Cathartidae, Falconidae, Trochilidae, Hirundinidae, Remizidae, Regulidae, Mimidae, y Parulidae registraron una (7%) cada una (Figura 9).

Figura 9.- Familias de avifauna presentes en ESP, Siberia Estado de México



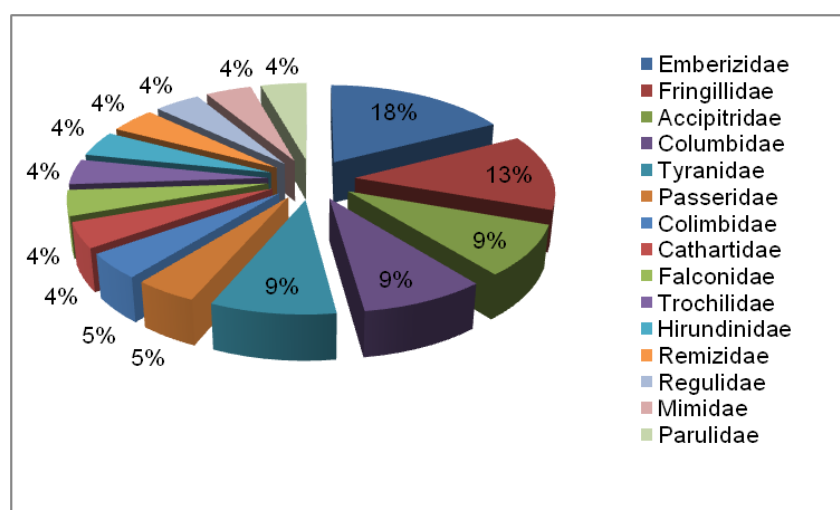
Para ESS, se registraron un total de cinco ordenes, Passeriformes el mayor representado con nueve (69%) especies, seguido de Falconiformes con dos (15%), Colimbiformes y Apodiformes con una (8%) cada uno (Figura 10).

Figura 10.-Ordenes de avifauna presentes en ESS, Siberia Estado de México



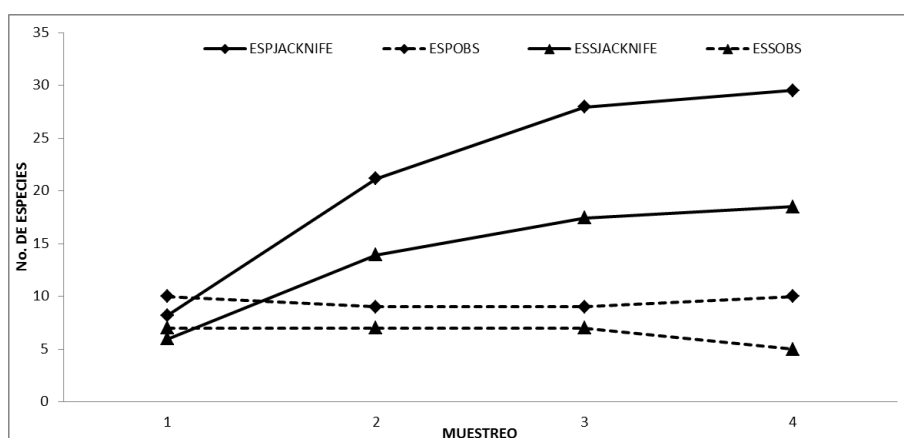
Se registraron ocho familias, Emberizidae la de mayor presencia con cuatro (18%) especies, Fringillidae y Accipitridae con dos (9%) respectivamente, Hirundinidae, Parulidae, Columbidae, Trochilidae y Passeridae con una (4%) cada uno (Figura 11).

Figura 11.- Familias de avifauna presentes en ESP, Siberia Estado de México



En cuanto al a riqueza específica promedio, estimada con el Índice de Jackknife1 fue de 29.5 (ESP) y 18.5 (ESS) especies; así, se conocen hasta ahora 23 (77.9%; ESP) y 14 (75.6%; ESS) de las especies calculadas tal como se muestra en la Figura 12.

Figura 12.- Curvas de acumulación de especies avifaunísticas en las condiciones: Estado Sucesional Primario (ESP) y Estado Sucesional Secundario (ESS) en la Siberia, Estado de México.



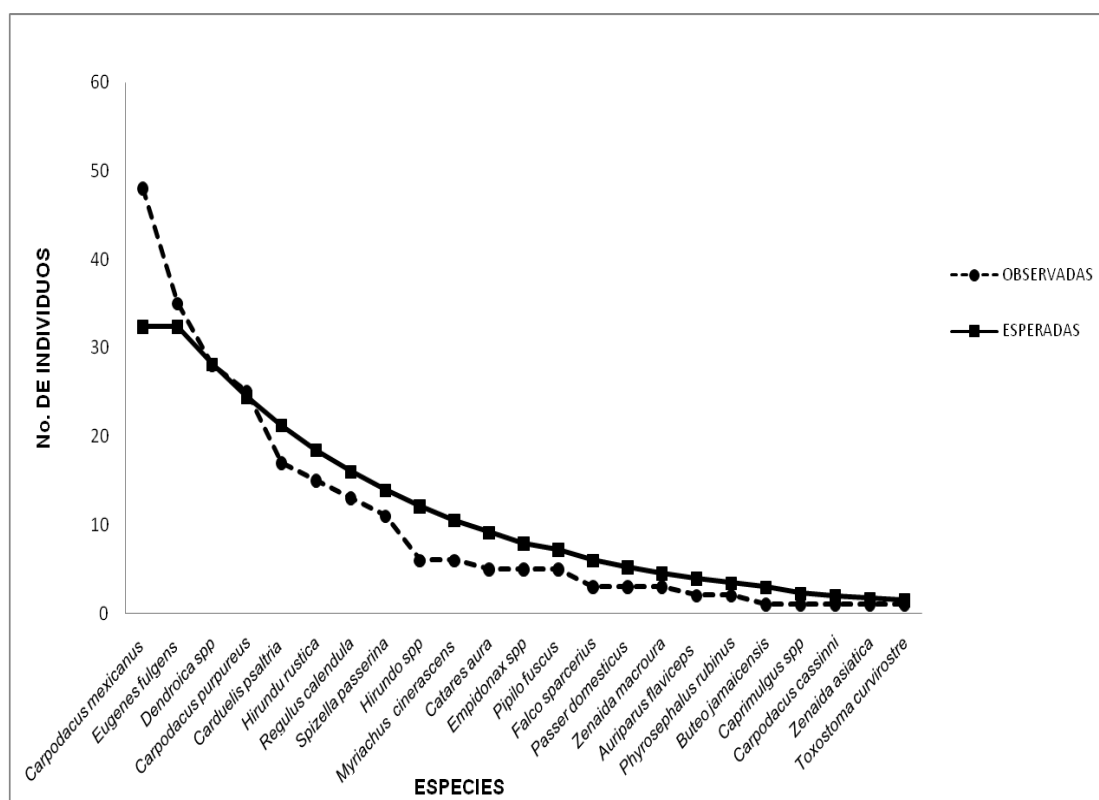
Por otra parte, el análisis estadístico comparativo de la riqueza registrada, realizada mediante la prueba no paramétrica de Kuskall-Wallis señala que existen diferencias significativas ($F=3$; $P=0.0719$) en la riqueza de especies registradas en ambas condiciones, con un intervalo de confianza del 95% y un $\alpha=0.05$, por lo tanto $H_0=\mu_1=\mu_2$ no es aceptada, concluyéndose que $H_a=\mu_1\neq\mu_2$.

8.2.- Análisis de abundancia

Para el estado ESP, el modelo geométrico usado para la abundancia de especies de aves esperadas vs observadas, arrojando como resultado un valor de tablas de (33.92) con 22 grados de libertad, que es mayor a la X^2 calculada (26.32) con un nivel de significancia ($\alpha=0.05$), por lo tanto no existen

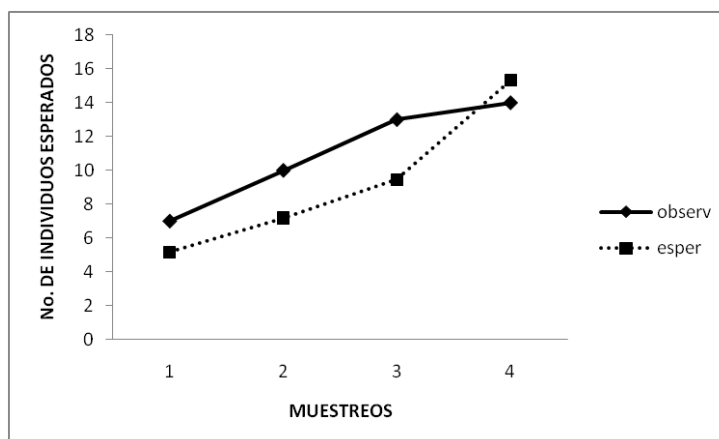
diferencias significativas entre la distribución de la abundancia esperada y observada en la avifauna, tal como se lo muestra el grafico de la Figura 13.

Figura 13.-Abundancia de especies de aves esperadas y observadas, modelo geométrico para el estado sucesional primario (ESP), la Siberia, Texcoco Estado de México.



Por otro lado para ESS los resultados del moldeo Log-normal, permiten resaltar que el valor obtenido de tablas (9.49) con 4 grados de libertad es mayor al valor calculado ($\chi^2 = 7.3799$), lo que evidencia que no existen diferencias significativas entre las distribuciones de la abundancia observada y esperada a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, por lo que los datos siguen una serie Log-normal (Figura 14).

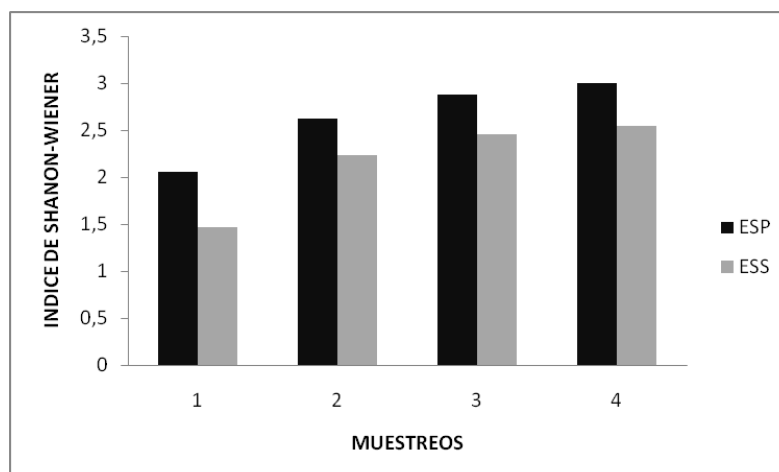
Figura 14.-Abundancia de especies de aves esperadas y observadas, Log-normal para el estado sucesional secundario (ESS), la Siberia, Texcoco Estado de México.



8.3.-Análisis de diversidad

El índice promedio de diversidad de Shannon-Wiener (H'), evidenció que la diversidad de especies avifaunísticas en el estado sucesional primario (ESP) fue de $H=2.64$ y para el estado sucesional secundario (ESS) fue de $H'=2.17$. Por su parte la prueba no paramétrica empleada con los valores estimados por el índice de diversidad sugiere que éstos fueron significativamente mayores en ESP ($F=7$; $P=0.4289$) con respecto a ESS(Figura 15).

Figura 15.-Índice de Shannon de la diversidad avifaunistica en la Siberia, Texcoco Estado de México.



9.- DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos posiblemente respondan a la fisonomía vegetal de los rodales mixtos de eucalipto bajo estudio, mismos que presentan diversos estratos y sustratos disponibles, entre ellos alimento; particularmente, para las especies de aves migratorias registradas; aunado a ello, la ubicación del área de estudio con respecto a la ruta migratoria central (Lincoln et al. 1998; Hutto, 2000; Berlanga, 2001) apunta que estas condiciones de rodales mixtos de eucalipto, producto de forestación ecológica, podrían estar siendo utilizadas como sitios de emergencia (Stopover) parcial, temporal e incluso como zona de residencia invernal para la avifauna que migra a través de ella hacia México, Centroamérica y Sudamérica durante el invierno.

Estos resultados concuerdan con algunos autores (Ricklefs, 1974; Bibby y Green, 1980; Davison y Evans, 1988; Gwinner, 1990; Richardson, 1990; Lindstrom *et al.*, 1994; Fransson y Weber, 1997; Farmer y Parent, 1997; Fransson, 1998; Barrow *et al.*, 2000; Schaub *et al.*, 2001; Tietz y Johnson, 2007) quienes realizaron estudios sobre riqueza de especies, uso y selección de hábitats, entre otros, evidenciando que las aves migratorias suelen utilizar áreas Stopover a lo largo de las rutas migratorias que les proporcionen alimento, energía y reservas nutricionales para regresar a sus sitios de anidación en Norteamérica; es imperativo señalar que dichos estudios fueron realizados en otras latitudes y en diversos ecosistemas naturales; lo cual, evidencia tendencias similares para los rodales mixtos de eucalipto bajo estudio en ésta región particular de México.

La riqueza específica estimada con el índice de Jackknife¹ sugiere, como en algunos otros estudios (Cárdenas, Harvey, Ibrahim y Finegan, 2003) que los ensamblajes de aves registrados en ESP y ESS corresponden a comunidades propias de zonas con cierto grado de sucesión ecológica; sin embargo, se registraron especies de aves que prefirieron condiciones de hábitat con estado sucesional primario y otras estado sucesional secundario, incluso que son flexibles en la utilización de ambas condiciones de bosque mixto de eucalipto bajo estudio; lo cual coincide con lo reportado por Villaseñor y Santana (2005) quienes argumentan que durante el periodo invernal, las aves migratorias pueden tener un uso diferencial del hábitat, incluso aquellas que parecen preferir el bosque relativamente maduro y poco perturbado, pueden también ser comunes en hábitats perturbados; por su parte, Rappole et al. (1993) señalan que a diferencia de éstas, las aves residentes necesitan hábitats más específicos.

En este sentido, Cobár (2003) y Bojorges y López, (2006) mencionan que ecosistemas menos fragmentados o en sucesión primaria exhiben menores interacciones ecológicas entre sus poblaciones, lo cual, posibilita el establecimiento de ensamblajes de aves más diversos y estables; por ello, las sucesiones ecológicas son de gran importancia para la supervivencia o reproducción de aves, debido a que cada especie tiene distintas necesidades; además, utilizan nichos y hábitats específicos; esto explica la presencia de especies en una sola condición, en otra o en ambas.

Así, la sucesión secundaria en ESS modificó en menor proporción la composición y dinámica de la comunidad avifaunística, lo cual contrasta con lo reportado por Sousa (1984), Lusk (1996) y Liu *et al.* (1998) quienes

determinaron la función de las sucesiones secundarias y su efecto sobre una comunidad biótica, señalando que la riqueza de especies y la biodiversidad están directamente relacionadas con el grado de alteración recibida, ya que ésta produce heterogeneidad en el paisaje y determina la estructura del hábitat.

Por su parte, MacArthur *et al.* (1962), y Lawton (1996) indican que dicha heterogeneidad influye en la distribución horizontal y vertical de las comunidades de aves, las que a su vez pueden ser indicadoras biológicas asociadas a cambios en las condiciones de sucesión ecológica que guardan los ecosistemas, específicamente en rodales mixtos de eucalipto en esta zona particular de México, por lo que las comunidades avifaunísticas registradas para cada condición indican que éstas corresponden a dos condiciones sucesionales: ESP y ESS, producto de una estrategia de forestación ecológica; lo cual explica, las diferencias significativas en la riqueza de especies registradas entre ellas. Por su parte Kricher *et al.* (1992), Núñez (2005) Pineda *et al.* (2010) señalan que dicha heterogeneidad del hábitat y su estructura son de gran importancia para determinar la riqueza de especies de aves en determinado lugar.

Conforme cambia el estado sucesional vegetal cambia la fauna silvestre como resultado de cambios en su fisonomía vegetal; cualquier cambio en ésta última modificará positiva o negativamente dichos parámetros en el sistema. En este contexto, los resultados de la presente investigación concuerdan con lo reportado por Blake y Loiselle (1992), Kricher y Davis (1992), Bojorges y López (2001) quienes reportan una mayor riqueza de especies en estados sucesionales tempranos como es el caso de ESP la cual alberga la mayor

riqueza avifaunística registrada debido al estado sucesional que presenta respecto a ESS.

Así, la riqueza de especies avifaunísticas registrada en este estudio, puede ser explicada a través de los estudios desarrollados por Bomfim *et al.* (1996) y Vagner *et al.* (2009) quienes señalan que los rodales de eucalipto bien manejadas pueden contribuir a incrementar poblaciones de avifauna silvestre; aunque éstos no tengan la misma riqueza de aves que los bosques naturales puede haber especies de aves que sean beneficiadas con éstos. Es imperativo recordar que los estudios señalados se han llevado a cabo en otras latitudes y ecosistemas naturales; pero no en rodales forestales producto de medidas de restauración ecológica, menos aún que consideren entre ellos diferentes condiciones de sucesión ecológica como en el presente estudio.

Por otro lado los datos del ESP siguieron una serie geométrica en la distribución de la abundancia; a diferencia de ESS cuyas frecuencias se adaptan a una serie log-normal. La distribución de la abundancia de aves analizada mediante modelos geométricos y log-normal permite afirmar que el número observado de individuos por especie en ambas condiciones de bosque mixto de eucalipto bajo estudio fue muy similar al predicho teóricamente por estos modelos.

De acuerdo con Magurran (1988) su interpretación está relacionada con la disponibilidad de recursos, factor que MacArthur *et al.* (1964) han sugerido como uno de los más importantes en la conformación de las comunidades de aves, debido a que la abundancia de éstas está en función de la vegetación (Cárdenas *et al.*, 2003).

El modelo geométrico para ESP infiere una distribución de la abundancia de una comunidad relativamente inestable, donde unas cuantas especies tienen una alta dominancia sobre los recursos y las restantes especies rara vez usan los residuos de dichos recursos en disputa; este tipo de distribución es característico de comunidades sujetas a estadio sucesional primario como es la condición ESP. En contraste, el modelo log-normal para ESS, señaló que la comunidad de aves estuvo conformada jerárquicamente por algunas especies abundantes, especies con abundancia intermedia y especies raras.

Así, no hay dominancia de alguna (monopolio) especie sobre la utilización de recursos, la comunidad es relativamente estable y sus especies pueden coexistir. Esto explica porque comunidades sometidas a estrés se caracterizan por un cambio en la abundancia de especies y de distribuciones log-normal hacia series geométricas (Rocha et al., 2009), debido a que la equitatividad en la serie geométrica es menor que en la serie log-normal.

Por lo anterior, Platt *et al.* (1984) y Blake *et al.* (1992) señalan que la distribución de la abundancia de especies frecuentemente es una medida más sensible a distorsiones ambientales que la sola riqueza de especies, y la abundancia de una especie puede ser afectada positiva o negativamente, de acuerdo con el grado de perturbación o sucesión ecológica.

En consecuencia, las diferencias registradas entre las condiciones bajo estudio pueden explicarse a través de la estructura y composición florística que presentan ambos rodales mixtos de eucalipto estudiados, debido a que los sustratos de alimentación, así como la disponibilidad de alimento, dependen en gran parte de éstas (Stiles, 1978).

La presencia de vegetación con sucesión vegetal primaria en ESP, provee micro hábitats que atraen ciertas aves y ahuyentan otras, tanto migratorias como residentes, pero que tienden a mantener más especies debido a la disponibilidad de alimentos para gremios avifaunísticos específicos (Lambert, 1992), lo que concuerda con Telleria *et al.*, (1990), Blake y Loiselle (1992), Rappole *et al.* (1993), Gómez (1997), Villaseñor y Santana (2002), Canales *et al.* (2004) y García *et al.* (2004) quienes señalan que las comunidades de aves en el Neotrópico tienen una dinámica compleja, lo que produce cambios en su composición y abundancia a distintas escalas espacio-temporales debido al recambio continuo en las comunidades, producido por fenómenos estacionales que activan el fenómeno de la migración.

Los valores estimados por el índice de diversidad sugieren que posiblemente ESP constituya una etapa sucesional primaria aunque tal condición no es clara pues ambas asociaciones vegetales son normalmente impactadas por diversas actividades productivas no reguladas.

En la zona, ESP tiene un estrato arbustivo abierto que contrasta fuertemente con la densa cobertura del mismo en ESS, algunos autores (Carrascal y Palomino, 2005; Rangel-Salazar, Enríquez, Sántiz-López 2009; Ramírez-Albores, 2010) señalan que la diversidad biológica se distribuye de manera heterogénea en el mundo. Esta distribución es una de las características más importantes que definen la estructura y composición de las comunidades biológicas.

Existen factores geográficos, evolutivos, históricos, ecológicos y antrópicos que determinan esta heterogeneidad (Rickelfs y Schluter, 1993). Otros autores (Dirzo y García 1992; Daily Erhlich y Azofeifa 2001)

señalan que los hábitats más perturbados por actividades antrópicas tienen una mayor diversidad de especies con respecto a medios naturales no transformados o maduros.

Muchas especies/subespecies se encuentran distribuidas en su mayoría o exclusivamente en hábitats autóctonos poco degradados. En el Neotrópico, algunos de los hábitats originales están siendo rápidamente modificados debido a diversas externalidades del sistema, específicamente de tipo antrópico. La modificación de los hábitats naturales ha tenido un impacto negativo sobre las comunidades de aves y otros grupos faunísticos, diezmando los parámetros de biodiversidad, interrumpiendo procesos ecológicos y modificando su composición.

En este sentido, Rappole y Morton (1985), Kricher et al. (1989), Laurance y Bierregaard (1997) y Renjifo (1999) señalan que la transformación del hábitat original ha afectado negativamente a las comunidades de aves, modificando su riqueza, diversidad, composición y reduciendo el tamaño poblacional de algunas especies.

Otros estudios (Loman & Von Schantz, 1991; Warburton, 1997) señalan que el tamaño del área y grado de aislamiento son determinantes del número de especies que un hábitat puede mantener; incluso, reportan que hábitats semiconservados pueden albergar una alta diversidad de especies; por el contrario, las aves de hábitats perturbados tienden a converger en su composición estando determinados específicamente por especies generalistas y tolerantes a dichos eventos de disturbio.

Harris (1988), Yahner (1988), Lehmkuhl (1990), Hjarsen (1997; 1998) consideran que las zonas de transición entre diferentes tipos de vegetación,

son benéficas para la avifauna porque la diversidad de especies generalmente aumenta cerca de estos hábitats.

Sin embargo, áreas no naturales pueden afectar negativamente la diversidad de especies al modificar la distribución y dispersión de la avifauna e incrementar las interacciones ecológicas, mismas que pueden afectar especies que requieren áreas extensas e intactas.

Según Harris (1988), los rodales de especies vegetales exóticas (Eucaliptos) parecen afectar negativamente la diversidad de aves, ya que en su interior se pierden especies especialistas de bosques maduros y la heterogeneidad del paisaje se hace mucho más restringida, aspecto estudiado y calificado como negativo para la avifauna.

Los resultados de esta investigación difieren con Margules (1996) quien señala que otro factor a considerar es el tamaño de una zona, ya que zonas grandes presentan una mayor disponibilidad de recursos y por ende una mayor diversidad de especies; lo cual no aplica a las condiciones bajo estudio ya que éstas tienen la misma superficie; siendo dicho parámetro mayor en ESP con respecto a ESS.

Es importante destacar el registro de especies de aves migratorias y en categoría de riesgo con respecto al Eje Neovolcánico Transversal tal como lo señalan Canales *et al.* (2004) quienes destacan la importancia de la región para éste tipo de especies.

Por su parte Johns (1991) y Fahrig y Nuttle (2005) señalan que las especies más afectadas son aquellas del interior de bosque que por lo regular no pueden cruzar áreas abiertas. Sin embargo, su persistencia dependerá de la disponibilidad de hábitat, por lo que en ocasiones requerirá más de uno.

10.- CONCLUSIÓN

La riqueza de especies de aves fue significativamente mayor en el estado sucesional primario (ESP) que el estado sucesional secundario (ESS). La abundancia de aves fue mayor en ESP. La diversidad de especies de aves fue significativamente mayor en ESP que en ESS. Estas áreas son importantes para la supervivencia de ciertos grupos de aves (funcionando como Stopover).

11.- REFERENCIAS

- ✚ **A.O.U.** (1998) .Check-list of North American Birds.7thedition. American OrnithologistsUnion. Washington, D.C. 131 p.
- ✚ **AmboreseS.**, (1989). The Astralian bird count-have we got your numbers RAOU (Royal Australian Ornitologist´Union) Newsletter. 80, 1-2
- ✚ **Balderrama T.** y Ramirez P. (2001) Diversidad y endemismo de aves en dos fragmentos de bosque de Polylepisbesseri en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 9, 45-60.
- ✚ **Benítez Hesiquio Díaz, Bellot Rojas Mariana.** (2007). Biodiversidad: uso, amenazas y conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- ✚ **Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V.** (2008). Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO. Consultada 10-01-2013 en: <http://avesmx.conabio.gob.mxunari>
- ✚ **Berlanga H.** (2001). Conservación de las aves de América del Norte. CONABIO. Biodiversitas, 38, 1-8.
- ✚ **Bibby C. J., Green R. E.** (1980). Foraging Behaviour of Migrant pied Flycatcher, Ficedulahypoleuca, on Temporary Territores. TheJournal of Animal Ecology. 49, 507-521.
- ✚ **BirdLifeInternational** (2008) El estado de conservación de las aves del mundo: indicadores en tiempos de cambio. Cambridge, UK: BirdLife International. Consultado en:http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/docs/SOWB2008_es.pdf

- ✚ **Blake** J.G. y Loiselle B. A. (1992). Habitah use byneotropicalmigrants La Selva BiologicalStation and Braulio Carrillo NationalParck, Costa Rica. J. M. Hagan y D. W. Johnston, Ecology and conservation of neotropicalmigrantlanbirds. SnithsonianInstitution Washington.
- ✚ **Blackburn**, T.M. &K.J. Gaston. (1998). Somemethodologicalissues in macroecology American Naturalist 151(1): 68-83.
- ✚ **Bojorges-Baños** J.C., López M L. (2001). Abundancia y distribución temporal de aves en una selva mediana subperenifolia en el centro de Veracruz, México. Serie Zoologia. 2, 259-283.
- ✚ **Bojorges** B, J. C., y L. López M., (2005). Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. Acta Zool. Mex. (Nueva Serie) 21, 1-20.
- ✚ **Bojorges-Baños** J. C., López Mata. L. (2006). Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 77, 235-249.
- ✚ **Bojorges**, B.J.C., L. López-Mata., L.A. Tarango-Arámbula,-J.G. Herrera-Haro &G.D. Mendoza Martínez. (2006). Combinación de métodos de muestreo para registrar la riqueza de especies de aves en ambientes tropicales. Universidad y Ciencia 22(2):111-118.
- ✚ **Bomfim-Machado** R., Reis L. I. (1996). Avifauna associada a umrefllorestamento de eucalipto no municipio de AntônioDias, Minas Gerais. Arrarajuba. 4, 15-22.

- ✚ **Canales** Delgadillo Julio Cesar, TizocAdrian Altamirano Alvares (2004).
Riqueza Avifaunística dentro del Municipio Isidro Fabela, Estado de México. Revista de Zoología, No.15. UNAM. Pp.14-19
- ✚ **Campbell**, Reece. (2005). Biología. Editorial Panamericana. Séptima edición. Madrid, España. Pp. 1230
- ✚ **Cárdenas** G., Harvey A.C., Ibrahim., Finegan B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 10, 78-85.
- ✚ **Carrascal**, L. M. and Palomino, D., (2005). Preferencias de hábitat, densidad y diversidad de las comunidades de aves en Tenerife (Islas Canarias). Animal Biodiversity and Conservation, 28, 101–119.
- ✚ **Chaves** Leon Gilberto, (2007). Riqueza de aves del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio Michoacán México, Acta Zoológica Mexicana. Vol. 23, No. 2, pp 11-29
- ✚ **Chaves** López Rafael, Rocha Ramírez Arturo. (2011). Hábitat Descripción y Análisis Ecológico. UNAM. México. Pp. 432
- ✚ **Cóbar** Carranza Ana José. (2003). Riqueza y abundancia de aves en dos condiciones de paisaje con diferente grado de fragmentación en la zona de influencia del parque nacional Laguna Lachúa. Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachúa. USAC.
- ✚ **Colwell**, R. K., A. Chao, N. J. Gotelli, S.-Y. Lin, C. X. Mao, R. L. Chazdon, and J. T. Longino. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology 5:3-21.

- ✚ **CONABIO.** (2011). Clasificación general del las aves. Consultado en:
www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/cites/doctos/aves.html
- ✚ **Connell** M. L. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. ScienceWash. 199:1302-1310.
- ✚ **Cuevas** Martínez R. (2010). Los canarios Lipocromicos y Melacromicos. Ed. Hispano-Europea. Barcelona, España. Pp.445
- ✚ **Curtis,** Barnes, Scheck, Massarini. (2008). Biología. Editorial Panamericana. Séptima Edición en español. Madrid España. Pp. 1009
- ✚ **Daily** G. C., P. Erhlich & A. Azofeifa. (2001). Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of the southern Costa Rica. Ecol. Appl. 11:1-13.
- ✚ **Davison,** and Evans, (1988). Prebreeding accumulation of fat and muscle protein by Arctic nesting shorebirds. Proc. Int. Ornithol. Congr. 19, 342-352.
- ✚ **De Moura** Terra Graziela, Victorino Constante Lemos Marisa. (2007). ASAS DA LIBERDADE: AVES UNINDO HEMISFÉRIOS. Mostardastur. Brazil. Pp.27
- ✚ **Del Olmo** Linares Gerardo, Roldan Velazco Emilio, Domínguez Torres Elva. (2007). Aves comunes de la Ciudad de México. Editores: Bruja de Monte y WWW. México. Pp.144
- ✚ **Dirzo** R., & M. C. García. (1992). Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. Conserv. Biol. 6, 84-90.
- ✚ **Escalante,** P., Navarro, A.G. & Peterson, A.T. (1993). Atlas geographic, historical and ecological analysis of land bird diversity in Mexico. In Biological diversity in Mexico. Origins and distributions (eds.

- Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Fa, J. & Lot, A.) 281-307 (Oxford University Press, New York, 1993).
- ✚ **Fahrig**L.,&W.K. Nuttle. (2005). Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes. Springer-Science: Populationecology in spatiallyheterogeneousenvironments. 95-118.
 - ✚ **Farmer** A.H., & A.H. Parent. (1997). Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers. TheCondor. 99, 698-707.
 - ✚ **Fransson**T.,& Weber T. P. (1997) Migratory fuelling in a Blackcaps (Slyviaatricapilla) under perceived risk of predation. BehaviuralEcology and Sociobiology. 41, 75-80
 - ✚ **Fransson**T. (1998). A feeding experimient on migratory fuelling in Whitethoats, Slyviacommunis. Anima Behaviour. 55, 153-162
 - ✚ **Garamin**(2010). Software estadístico desarrollado por un equipo de trabajo conformado por docentes-investigadores de Estadística y Biometría y de Diseño de Experimentos de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC). Obtenido de: http://www8.garmin.com/support/download_details.jsp?id=209
 - ✚ **García** Trejo E. A., Navarro S. G. A., (2004), Patrones Biogeograficos de la Riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de Méxcio. Acta Zoologica Mexicana, Vol 20, No 2, pp 167-185
 - ✚ **Gómez** de Silva Garza Héctor. (1997). Análisis Avifaunistico de Temascaltepec, Estado de México. Instituto de Biología. UNAM. Ser. Zool. Pp.137-152

- ✚ **Gonzales** Ortega Marco Antonio Altamirano, Guzmán Hernández Jacqueline, Martín Gómez Matín Francisco, Domínguez Velázquez Luis Enrique. (2003). Un método para la selección de Aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo. Huitzil Revista de Ornitología de Mexicana. Vol 4. Número 002. Consejo Nacional para la preservación de aves. Xalapa, Veracruz, México. Pp10-16
- ✚ **Gwinner** E. (1990) Circannual rhythms in bird migration: control of temporal patterns and interactions with photoperiod. Bird migration: the physiology and ecophysiology. 257-268.
- ✚ **Harvey**, C; Guindon, CF; Haber,WA; Hamilton DeRosier, D; Murray, KG. 2000.The importance of forest patches. Isolated trees and agricultural windbreaks for local and regional biodiversity: the case of Monteverde. Costa Rica. In IUFRO World Congress (21, 2000, Kuala Lumpur, MY). Subplenary Sessions. Kuala Lumpur, MY. v. 1. p. 787-798.
- ✚ **Harris** L. D. (1988). Edge effects and conservation of biotic diversity. Conservation biology. 2, 330-332.
- ✚ **Hjarsen** T. (1998). Implications for development of sustainable land-use: Biological diversity in high altitude woodlands and plantations in the Bolivian Andes. 145-149.
- ✚ **Herrera** Ramos Cristina, Rafael de Jesús Amador. (2011) .INDICADORES DE RESTAURACIÓN ENTRE UNA PLANTACIÓN Y UN BOSQUE EN LAS CRUCES, CHAPINGO, MÉXICO. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 83

- ✚ **Hutto**L., S. M. Pletschet., & P. Hendricks. (1986). A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103, 593-602
- ✚ **Infante** Gil Said, Zárate de Lara Guillermo. (1984). *Métodos Estadísticos un enfoque multidisciplinario*. México. Ed. Trillas. Pp-643
- ✚ **InfoStat.** (2012). Obtenido de: <http://www.infostat.com.ar/index.phpmod=page&id=34>
- ✚ **Jackson**, D. A., K. M. Somers y H. H. Harvey. (1989). Similarity coefficients: measures of co-occurrence and associations or simply measures of occurrence? *The American Naturalist* 133:436-453.
- ✚ **Johns** A.D. (1991). Responses of Amazonian rain forest birds to habitat modification. *Journal of Tropical Ecology*. 7: 417-437.
- ✚ **Karr** J. (1985). National Geographic Society: Turnover rates in tropical forest bird communities. 421-425.
- ✚ **Karr** J. (1990). Biogeography and ecology of forest bird communities: Birds of tropical rainforest comparative biogeography and ecology. 215-228.
- ✚ **Kricher**J. C., & Davis JR. (1992). Ecology and conservation of neotropical migrant land birds: Patterns of avian species richness in disturbed and undisturbed habitats in Belize. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 207-220.
- ✚ **Lambert** F. R. (1992). The consequences of selective logging for Bornean lowland forest birds. *Philosophical Trans. London Series B-Biol. Sci.* 335, 443-457.

- ✚ **Laurance** W. F., & R. O. Bierregaard. (1997). Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago, Chicago, EEUU.
- ✚ **Lawton**, J. H. (1996). Population abundances, geographic ranges and conservation: 1994 Witherby Lecture. *Bird Study*, 43: 3-19.
- ✚ **Lenmku** J. F. (1990). The effects of forest fragmentation on vertebrate communities in Western Oregon and Washington. *Northwest environmental journal*. 6, 2.
- ✚ **Lincoln** F.C, S.R. Peterson., & J. L. Zimmerman. (1998). Migration of birds. U.S. Department of the Interior, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. Circular 16. Disponible en: <<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/birds/migratio>
- ✚ **Lindtröm** A., Daan S., & Visser G. H. (1994) The conflict between moult and migratory fat deposition: a photoperiodic experiment with Bluethroats. *Animal Behaviour*. 48, 1173-1181
- ✚ **Liu** Q. J., A. Kondoh., & N. Takeuchi. (1998). The forest vegetation and its differentiation under disturbance in a temperate mountain, China. *J. For. Res.* 3, 111-117.
- ✚ **Loman** J., & T. Von Schantz. (1991). Birds in a farmland more species in small than in large habitat island. *Conserv. Biol.* 5: 176-188.
- ✚ **López**, P. E. (2005). Uso forestal de la tierra y evaluación financiera del Programa de Aprovechamiento del Ejido de Tequexquahuac, Texcoco, Estado de México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 72 p.

- ✚ **LunaReyes** M., Llorente-Bousquets J., & Luis-Martínez A., (2008). Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera) Mercedes -Reyes1, Jorge Llorente-Bousquets&Armando Luis Martínez. 2008.
- ✚ **Lusk** C. (1996). Gradient analysis and disturbance history of temperate rain forest of coast range summit plateau, Valdivia, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 69, 401-411.
- ✚ **MacArthur** R. H., & R. Levins. (1964). Competition, hábitat selection and character displacement in a patchy environment. Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) Am. Zool. 51, 1207-1210.
- ✚ **Magurran**A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, pp 179.
- ✚ **Magurran**E. Anne. (1989). Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedral. Primera edición. Pp. 200
- ✚ **Manrique** Betancourt Oscar Hernán. (2004). Guía Técnica para la Restauración Ecológica en áreas con Plantaciones Forestales exóticas en el Distrito Capital. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. Colombia. Pp. 92
- ✚ **Margules**C. R. (1996). Experimental fragmentation: Species Survival in Fragmented Landscapes. J. Settele, C. R. Margules, P. Poschlott., & K. Henle (eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 128-137.
- ✚ **Martínez** Vera Doris, Quintana Sagarnaga Silvia Berenice. (2010). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN *Quercus microphylla* Y DOS UNIDADES DE SUELO EN EL PREDIO

- LAS CRUCES, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO*. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp.85
- ✚ **Moreno** Claudia E. (2000). Manual de Métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. Pp. 49
- ✚ **Moreno** E. Claudia. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Primera edición. México. Pp. 86.
- ✚ **Murillo** K., Prado S., Pesquero M. y Drews C. (2008). Especies migratorias: activos biológicos, económicos y culturales de las Américas. WHMSI, USWS, WWF, San José, Costa Rica Pp. 14
- ✚ **Navarro**, A.G. & Benítez, H. (1993). Riqueza y endemismo de las aves de México. Ciencias No. Esp. 7: 45-54
- ✚ **Navarro** Hernandez Baños Blanca E., & Hesequio Benítez D. (1993). Listados faunísticos de México. UNAM. Primera Edición. Obtenido de: <http://www.ibiologia.unam.mx/BIBLIO68/fulltext/lf4.html>
- ✚ **Navarro-Sigüenza**, A.G. & Peterson, A.T. (2007). Mapas de las aves de México basados en WWW. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. CE015. México D.F
- ✚ **Navarro-Sigüenza**, A.; Gordillo-Martínez A.; Peterson, A. Townsend. (2009). MAPEANDO LA DIVERSIDAD DE LAS AVES DE MÉXICO. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, vol. 12, núm. 2, diciembre, pp.91-95

- ✚ **Neotropical Migratory Bird Conservation Act (NMBCA)** (2008)
Obtenido de: <http://www.fws.gov/birdhabitat/Grants/NMBCA>
- ✚ **NORMA** Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- ✚ **Núñez** Guale Marcia Azucena. (2005). Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Río Zapotal, Hojanha, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. Pp.-73
- ✚ **Ortiz-Pulido** R., Gómez de Silva G. H., González García F., Alvarez Adriana A., (1995) Avifauna del Centro de Investigaciones Costras La Mancha, Veracruz, México. *Acta Zoologica*. 68, 87-118
- ✚ **Peet**, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5, 285-307
- ✚ **Pickett**, S. T. A., and White, P. S. 1985. The ecology of natural disturbance and patcdynamics. Academic Press, Inc., U.S.A., San Diego, California. 472 p.
- ✚ **Pineda**-López, R., A. Arellano-Sanaphre, R.C. Almazán-Núñez, C. López González & F. González-García. (2010). Nueva información para la avifauna del estado de Querétaro, México. *ActaZoológica Mexicana* (n.s.), 26(1): 47-57.
- ✚ **Pineda** Maldonado M.; Cuamatzi Mendoza R.; Jiménez Moreno F. (2009). Aves del bosque de encino de la Ciudad de Puebla.

- ✚ **Platt** H. M., Shaw K. M., Lambhead P. J. (1984) Nematode species abundance patterns and their use in the detection of environmental prturbations. *Hydrología*. 118, 59-66
- ✚ **Ralph** J., Geupel. R., Jones S., Milne K., RigneyM. (1993). TECNICAS DE CAPACITACION DE PERSONAL PARA EL MONITOREO DE AVES TERRESTRES.-----Pp.24
- ✚ **Ralph** C. J.,Geupel, G. R. P., P. Pyle, T. E. Martín, D. DeSante y B. Milla. (1996). Manual de Metodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149. Albany, C. A: PacificSouthwestResearchStation, ForestService. U.S. Departament of Agriculture. Pp 187
- ✚ **Ramírez-Albores** J., (2006). Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biosfera de Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotropica* 2, 1-19.
- ✚ **Rangel-Salazar** J. L., Enrriquez L. P., Sántiz López C. E., (2009) Variación de la Diversidad de las aves de sotobosque en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas, México, *Acta Zoológica Mexicana*. 23, 497-495
- ✚ **Rappole**, J. H. and E. S. Morton. (1985). Effects of hábitat alteration on a tropical avian forest community, *Neotropical Ornithology*. *OrnithologicalMonographs*. 36, 1013-1021
- ✚ **Renjifo**, L. M. (1999). Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conserv. Biol*. 13, 1124-1139.

- ✚ **Richardson** W. J. (1990) Timing of bird migration in relation to weather: updated review. *Bird migration: The physiology and ecophysiology*. 78-101
- ✚ **Ricklefs**, R. E. (1990). *Ecology*. New York, USA: W. H. Freeman and Company.
- ✚ **Ricklefs**, R.E. & D. Schluter. (1993). Species diversity: regional and historical influences: Species diversity in Ecological Communities. Historical and Geographical Perspectives. University of Chicago Press, Chicago USA. . 350-363.
- ✚ **Robbins**, C. S., P. H. (1986). The breeding bird survey: Its first fifteen years 1965-1979. New York, USA: Fish and Wildlife Service. 118-436.
- ✚ **Rocha**, O. & C. Quiroga. (1996). Aves: Libro rojo de los vertebrados de Bolivia. (Ergueta & Morales, Eds.). CDC – Bolivia, La Paz: 95-164.
- ✚ **Rocha** Ramirez Arturo, Chavez López Rafael, Ramirez Rojas Alejandro, Cházaro Olvera Sergio. (2009). *Comunidades Métodos de estudio*. UNAM. Pp. 248
- ✚ **Santos**, A.J. (2003). Estimativas de riqueza em espécies 19-41, in L.Jr. Cullen, R. Rudan y C. Valladares-Padua (orgs) *Métodos de estudo em Biologia de la Conservação e Manejo da vida Silvestre*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- ✚ **Schaub** M., Jenni L. (2001). Variation of fuelling rates among sites, days and individuals in migrating passerine birds. *Functional Ecology* 15, 584–594.
- ✚ **Sousa** W. P. (1984). The role of disturbance in natural communities. *Ann. Rev. Ecol. and Syst.* 15, 353-391.

- ✚ **Starr** Cecie, Taggart Ralph. (2008). Biología la unidad y diversidad de la vida. Undesima edición. CENGAGE. MEXICO
- ✚ **Stiles** E. W. (1978). Avian communities in temperate and tropical alder forests. The Condor. 80, 276-284.
- ✚ **Tietz** James, Johnson Matthew. (2007). Stopover ecology and habitat selection of juveniles of swainson's thrushes during fall migration along the northern california coast. The Cooper Ornithological Society. 109, 795–807
- ✚ **Torres** M.G., A. G. Navarro Singuenza. (2000). Los libros de México, brillo de la biodiversidad. CONABIO. Biodiversitas. México. Año cinco. Número 28
- ✚ **Ugalde** L. (2010). Comportamiento Alimenticio y composición trófica de aves insectívoras en un bosque *Pinus cembroides* (ZUCC). Colegio de Posgraduados. Tesis Doctoral. México. Pp. 121
- ✚ **Ugalde** L., Alcantara C., Tarango A., Ramírez G., Mendoza M. (2012). Fisionomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. Revista mexicana de la biodiversidad. Pp-133-143
- ✚ **Vagner-de Araujo** G., Lima R. S.B., & De Abreu-Bovo A. A. (2009). Avifauna em plantios de eucalipto e em fragmentos de cerrado no município de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia. 1-4.
- ✚ **Vargas** Orlando (Editor), Autores Varios, Grupo de Restauración Ecológica. (2007). Guía Metodológica para la Restauración Ecológica

- del Bosque Altoandino. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Editorial Primera Edición. Colombia. Pp. 189
- ✚ **Villaseñor** G., & E. Santana. (2002). El monitoreo de poblaciones: herramienta necesaria para la conservación de aves en México. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX).
- ✚ **Warburton** N. H. (1997). Structure and conservation of forest avifauna in isolated rain forest remnants in tropical Australia. 190-207. In W. F. Laurance & R. O. Bierregaard, Jr. (eds.). Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago, Chicago, EEUU.
- ✚ **Whittaker** R. H., (1972). Evolution and measurement of species diversity. International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature, 21, 213-251.
- ✚ **Wunderle Jr** Joseph M. (1994). Métodos para contar aves terrestres del Caribe. United States Department of Agriculture, Forest Service. New Orleans. Pp.29
- ✚ **WWF**. (2007). La evaluación de especies mexicanas. WWF México.
- ✚ **Yakner** R.H., (1988). Changes in wildlife communities near edges. Conservation biology. 2, 333-337.
- ✚ **Zar** J. H., (1999). Biostatistical Analysis. Fourth edition. Prentice–Hall. Inc. New Jersey, U.S.A. pp: 32–45

ANEXOS

Tabla 2.-Especies de aves registradas mediante Recuento en Puntos con Radio Fijo, su clasificación taxonómica (AOU, 1998) y Status de conservación (SEMARNAT, 2010; NMBCA, 2008) en ESP y ESS de la Siberia, Estado de México.

Cla sificación	Especies de aves (AOU, 1998)	SP	SS	ORDEN	FAM ILIA	S EMARNAT (2010)	N MBCA (2008)
1	<i>Eugenesfulge</i> ns			Apodifor me	Troc hilidae	S. C	S i
2	<i>Caprimulguss</i> p.			Caprimu lgiforme	Capr imulgidae	I	I
3	<i>Columbinainca</i>			Columbif orme	Colu mbidae	S. C	N o
4	<i>Zenaida</i> asiática			Columbif orme	Colu mbidae	S. C	S i
5	<i>Zenaida</i> macroura			Columbif orme	Colu mbidae	S. C	S i
6	<i>Accipitergentili</i> s			Falconif orme	Acci pitridae	A	N o
7	<i>Cathartes aura</i>			Falconif orme	Cath artidae	S. C	S i
8	<i>Falco</i> sparverius			Falconif orme	Falc onidae	S. C	S i
9	<i>Buteojamaicen</i> sis			Falconif orme	Acci pitridae	S. C	S i
10	<i>Carduelispsalt</i> ria			Passerif orme	Frin gilliadea	S. C	S i
11	<i>Carpodacusm</i> exicanus			Passerif orme	Frin gillidae	S. C	N o
12	<i>Carpodacusca</i> ssinni			Passerif orme	Frin gillidae	S. C	N o
13	<i>Carpodacuspu</i> rpureus			Passerif orme	Frin gillidae	S. C	N o
14	<i>Dendroicacoro</i> nata			Passerif orme	Paru lidae	S. C	S i
15	<i>Diglossabaritul</i> a			Passerif orme	Paru lidae	S. C	N o
16	<i>Empidonaxsp.</i>			Passerif orme	Trin nidae	I	I
17	<i>Auriparusflavic</i> eps			Passerif orme	Rem izidae	S. C	N o
18	<i>Hirundo</i> rustica			Passerif orme	Hiru ndinidae	S. C	S i
19	<i>Myrachusciner</i> ascens			Passerif orme	Tyra nnidae	S. C	S i
20	<i>Passerdomesti</i> cus			Passerif orme	Pas seridae	S. C	N o
21	<i>Pyrocephalusr</i> ubinus			Passerif orme	Tyra nnidae	S. C	N o
22	<i>Pipilofuscus</i>			Passerif orme	Emb erizidae	S. C	N o
23	<i>Regulus</i> caléndula			Passerif orme	Reg ulidae	S. C	S i
24	<i>Spizellapallida</i>			Passerif orme	Emb erizidae	S. C	S i
25	<i>Spizellapasser</i> ina			Passerif orme	Emb erizidae	S. C	S i
26	<i>Toxostomacur</i> viostre			Passerif orme	Mimi dae	S. C	N o

S.C=Sin clasificación; A= amenaza, I= Indeterminado

