

ESTRUCTURA Y UTILIZACION DEL FOLLAJE DE LAS COMUNIDADES DE PAJAROS EN BOSQUES TEMPLADOS DEL VALLE DE MEXICO

Jorge Nocedal
Instituto de Ecología
Apartado Postal 18-845,
C.P. 11800 México, D. F.

RESUMEN

Durante agosto y septiembre de 1981 se estudió la estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques montanos templados del Valle de México. Las comunidades de pájaros se censaron en seis bosques (bosques de encino, pino-aile, pino y oyamel) mediante el uso de parcelas circulares. Los bosques de hoja ancha (encino y pino-aile) soportaron mayores densidades que los de coníferas. La riqueza específica fue semejante entre los bosques de hoja ancha y los de pino, pero generalmente más baja en bosques de oyamel; una tendencia similar fue evidente en la diversidad de especies de pájaros (**BSD: bird species diversity**). La comunidad de pájaros del bosque de encino fue la más distinta, en tanto que la del bosque de pino-aile fue muy similar a las de bosques de oyamel. La similitud entre las comunidades de bosques de pino fue inesperadamente baja mientras que la similitud entre comunidades de bosques de oyamel fue la más alta. Los pájaros granívoros fueron muy importantes en bosques de pino en tanto que los insectívoros fueron más importantes en bosques de hoja ancha y de oyamel. Los perfiles de estratificación del follaje fueron usados selectivamente por todas las comunidades de pájaros, y los perfiles de utilización fueron significativamente diferentes entre agosto y septiembre para todas las comunidades excepto para la del bosque de pino-aile. Entre los regímenes alimentarios y gremios, todos, excepto los granívoros, utilizaron los perfiles del follaje muy selectivamente; esta selectividad fue especialmente marcada en los insectívoros acechadores y los colectores en el follaje.

En el gradiente latitudinal de bosques templados entre el oeste de Norteamérica y México no hubo grandes diferencias en la riqueza específica de las comunidades de pájaros de bosques de hoja ancha y mixtos de coníferas, pero si hubo una disminución en el número de especies en bosques de pino conforme la latitud disminuyó. La diversidad de especies disminuyó hacia el sur en las comunidades de pájaros de bosques de hoja ancha, y sólo ligeramente en los bosques mixtos de coníferas, en tanto que en los de pino aumentó. Los pájaros granívoros fueron relativamente más abundan-

tes en los bosques septentrionales, en tanto que los insectívoros colectores en el follaje fueron más importantes en los bosques del Valle de México, excepto en las comunidades de bosques de pino.

ABSTRACT

Temperate forests are distributed over very extensive areas in North America but in tropical Middle America are limited to montane zones, and at the present time these montane forests are threatened by man because of overpopulation. I studied the structure and use of foliage of bird communities in montane temperate forests of the Valley of Mexico. In August and September of 1981 I censused bird communities in six temperate forest study areas one each in oak woodland and pine-alder forest, and two each in pine forest and fir forest using the variable circular-plot method. Overall bird densities were greater in broad-leaved forests than in coniferous forests. Species richness was similar between broad-leaved and pine forests but generally lower in fir forests. A similar trend was shown by bird species diversity (BSD). The oak woodland bird community was the most distinctive, whereas the pine-alder one was similar to the fir forests. Bird communities of the two pine forests had low similarity indices, whereas communities of fir forests had the highest indices. Granivorous birds were very important in pine forests, whereas insectivores were the most important in broad-leaved and fir forests. Profiles of foliage stratification were used selectively by all the bird communities, and profiles of utilization were significantly different between August and September for all the communities except that of the pine-alder forest. Among dietary categories and guilds, all but the seed-eaters used the profile of foliage stratification very selectively; this selectivity was especially marked for the salliers and the foliage gleaners. In a latitudinal gradient of temperate forests over western North America and Mexico, there were not big differences in species richness of bird communities from broad-leaved and mixed-conifer forests, but there was a decrease in the number of species from pine forests as latitude decreased. BSD decreased southwards in the broad-leaved forests and only slightly in mixed-conifer forests, whereas in pine forests BSD increased. Seed-eaters were relatively more abundant in the northern forests, whereas foliage gleaners were the most important in southern forests, but not in the pine forests.

INTRODUCCION

Los estudios sobre comunidades de pájaros en bosques templados de Norte América han tenido una larga historia, desde los estudios meramente descriptivos de historia natural hasta los estu-

dios de ecología moderna. De hecho, estos estudios son tan numerosos que tratar de enlistarlos todos sería virtualmente imposible. Sin embargo, en bosques templados del trópico, esto es, desde el sur de México hasta Nicaragua y Costa Rica, sólo recientemente se han llevado a cabo estudios ecológicos de este tipo (Skutch 1967, Stiles 1978, Thiollay 1978).

Diversos tipos de bosques templados que en Norte América se extienden cubriendo áreas muy extensas, en el Eje Volcánico Transversal de México se encuentran limitados en su distribución a las zonas montañosas; esto es especialmente cierto en los tipos de bosques más septentrionales como los de oyamel (*Abies*) y de pinabete (*Picea*). Aunque estos bosques montanos han estado sujetos a perturbaciones humanas constantemente desde tiempos prehispánicos, sólo recientemente se encuentran amenazados por el hombre debido a un crecimiento desmedido de la población, y consecuentemente del área urbana.

Recientemente, los estudios sinecológicos tendientes al descubrimiento de patrones en la naturaleza (MacArthur 1972) han recibido un interés creciente. Una de las principales razones es que el uso de nuevas técnicas de análisis multivariado se ha extendido sorprendentemente, permitiendo así que dichos patrones sean reconocidos y delimitados más fácil y objetivamente. Actualmente muchos de los estudios sobre comunidades de pájaros se han enfocado principalmente sobre su relación con la estructura de la vegetación (Anderson y Shugart 1974, Willson 1974, Holmes *et al.* 1979, Szaro y Balda 1979, Landers y MacMahon 1980, 1983, Rotenberry y Wiens 1980, Sabo 1980, Stiles 1980, Alatalo 1981, James y Wamer 1982, Sabo y Holmes 1983), y también con la composición de especies de plantas (Franzreb 1978, Eckhardt 1979, Holmes y Robinson 1981), puesto que la distribución y disponibilidad de recursos están íntimamente ligados a estas características del hábitat.

En este estudio se documentó el uso de los perfiles de estratificación del follaje por las comunidades de pájaros en bosques montanos de la zona sur del Valle de México para encontrar cómo la estructura de la vegetación está relacionada con estructura de las comunidades de pájaros. La estructura de estas comunidades de pájaros se analizó tanto a nivel de especies como de grupos de especies más homogéneos (régimenes alimentarios y gremios, *sensu* Root, 1967), suponiendo que éstos tendrán presumiblemente las mismas, o similares, respuestas ante cambios en la estructura del hábitat.

AREA DE ESTUDIO

La Cuenca del Valle de México cubre aproximadamente 9500 km², y se localiza en la parte sur de la Altiplanicie Mexicana.

Esta cuenca puede ser dividida en dos zonas o regiones de acuerdo a la distribución de los tipos de vegetación: la zona norte se caracteriza por ser árida y semiárida, en tanto que la sur es más bien húmeda (Rzedowski 1975). La zona sur está limitada al oeste por la Sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces, al sur por la Sierra del Ajusco y al este por la Sierra Nevada (Figura 1). Estas montañas son las más importantes del Valle de México tanto por su extensión como por su altura.

Dos localidades se seleccionaron en función de la extensión de bosques montanos de tipos comparables pero sujetos a diferentes presiones humanas. La primera se localiza en la Sierra del Ajusco en el Parque Nacional "Cumbres del Ajusco". Este parque fue establecido en el año de 1936 con el propósito de proporcionar un sitio de recreación para los habitantes de la Ciudad de México. La segunda se localiza en la Sierra Nevada, en la Estación Experimental de Zoquiapan. Esta estación fue creada a principios de la década de los sesentas con el fin de controlar y mejorar el manejo de los bosques montanos, que son sometidos a la tala y el pastoreo (Figura 1). En el gradiente altitudinal de ambas localidades se escogieron tres sitios de estudio: bosques de encino, de pino, y de oyamel en el Ajusco, y bosques de pino-aile, de pino y de oyamel en Zoquiapan.

El clima de la zona montañosa es templado húmedo con lluvias en verano y, a medida que aumenta la altitud la temperatura media disminuye simultáneamente (García 1968). Tomando como referencia las estaciones de Milpa Alta para el Ajusco y Río Frío para Zoquiapan (García 1973) se muestra que este último sitio es más húmedo que el primero (Figura 2), si bien la marcha anual de la temperatura es muy similar. La temperatura media anual es muy semejante (Ajusco 13.7°C, Zoquiapan 11.1°C), pero la precipitación es mayor en Zoquiapan (1169.3 mm) que en el Ajusco (800.7 mm); además, la incidencia de lluvia invernal en Zoquiapan evita que la estación seca sea tan severa.

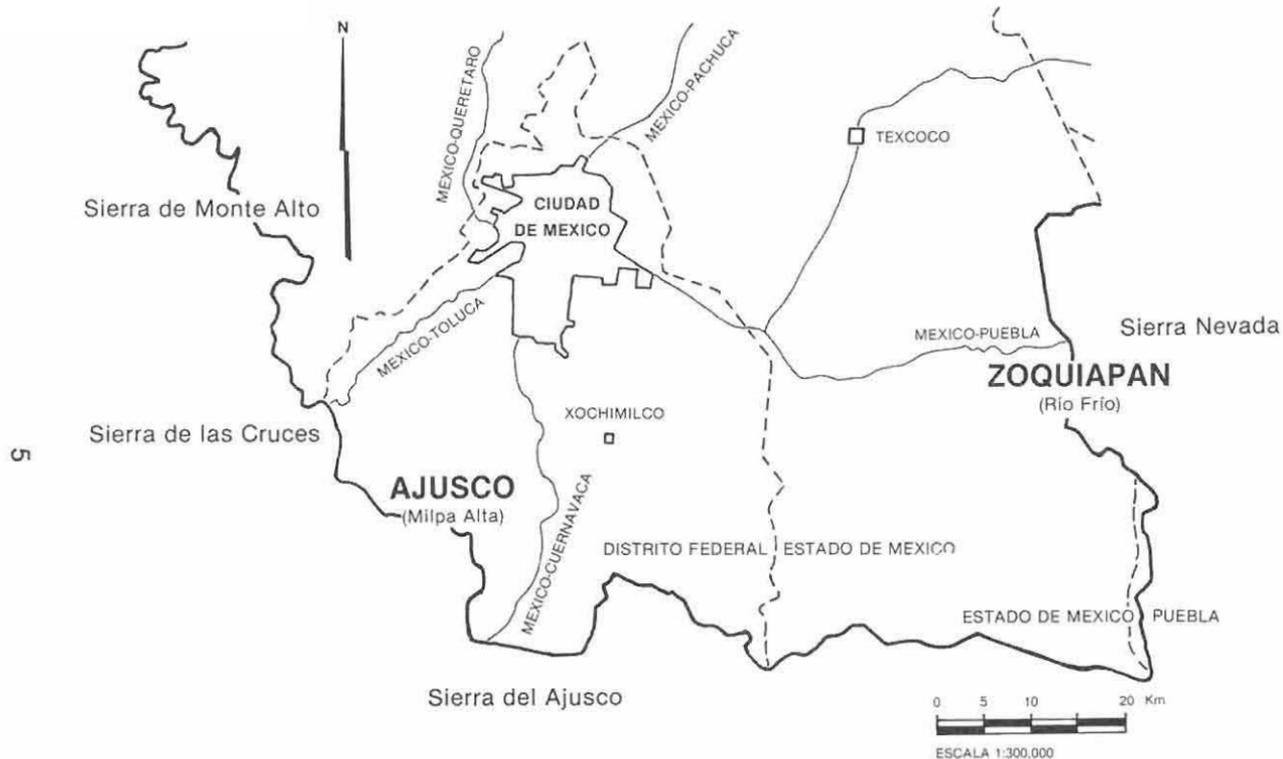
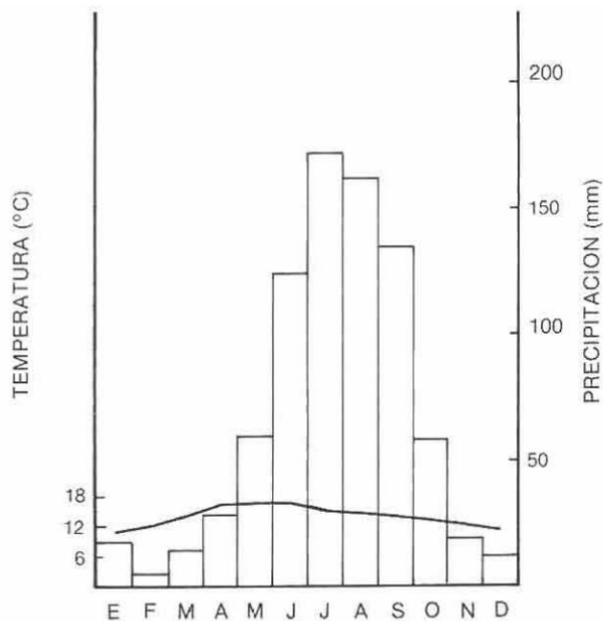
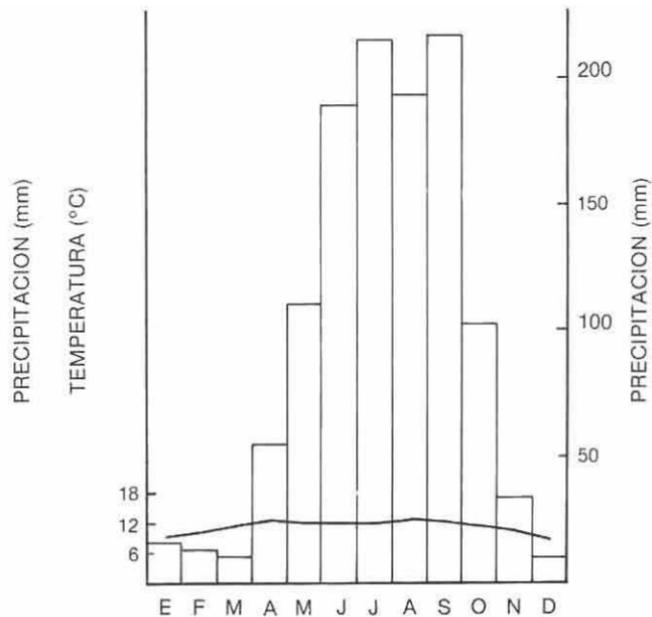


Figura 1
Mapa de la zona sur de la cuenca del Valle de México en donde se muestran las localidades de estudio (Ajusco y Zoquiapan), así como las cadenas montañosas más importantes por su altura y extensión.



AJUSCO

(Milpa Alta)



ZOQUIAPAN

(Río Frio)

Figura 2

Diagramas de temperatura y precipitación de las estaciones climatológicas de Milpa Alta (latitud $19^{\circ} 11'N$, longitud $99^{\circ} 1'W$, altitud 2350 m) y Río Frio ($19^{\circ} 20'N$, $98^{\circ} 40'W$, altitud 3000 m).

Ajusco

Bosque de encino. Se distribuye entre los 2300 m y 2700 m de altitud sobre terrenos basálticos de pendiente poco pronunciada. El suelo es poco profundo, excepto en algunas grietas y depresiones donde el suelo es más profundo.

La cobertura del estrato arbóreo es bastante dispersa, mientras que los arbustos y hierbas tienen una mayor cobertura (Figura 3). Los encinos (*Quercus rugosa*, *Q. castanea*) son las especies que dominan en el estrato arbóreo, aunque pueden estar acompañados por otros árboles como tepozán (*Buddleja americana*), pinos (*Pinus rudis*), y madroños (*Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa*). En el estrato arbustivo las especies más abundantes son *Baccharis glutinosa*, *B. conferta*, *Eupatorium* sp, además de arbustos rosetófilos como yucas (*Yucca australis*) y magueyes (*Agave ferox*). En el estrato herbáceo los pastos (*Muhlenbergia robusta*, *Stipa virens*) y las hierbas (*Castilleja tenuiflora*, *Salvia cardinalis*) tienen una gran cobertura; estas últimas constituyen un recurso muy importante para los colibríes.

Bosque de pino. Se distribuye entre los 2700 m y 2950 m de altitud. Aunque también se desarrolla sobre terreno basáltico, el suelo es más profundo que en el bosque de encino, lo cual permite que los árboles alcancen una talla mayor. En este bosque prácticamente sólo hay dos estratos el arboreo y el rasante (Figura 4). Los pinos (*Pinus teocote*) son los árboles dominantes, lo cual confiere a este bosque un aspecto bastante homogéneo. Ocasionalmente se encuentran mezclados árboles aislados de madroño (*A. xalapensis*, *A. glandulosa*), encino (*Q. castanea*), y aile (*Alnus firmifolia*). El estrato arbustivo sólo está representado por algunos manchones aislados de *Baccharis conferta*, mientras que el herbáceo tiene una gran cobertura, con dominancia de pastos amacollados (*Festuca rosei*, *Muhlenbergia macroura*, *Stipa ichus*).

Bosque de oyamel. Se localiza por arriba de los 2950 m de altitud en laderas de pendiente pronunciada y menos expuestas a la acción desecadora de los vientos. El suelo es bastante profundo, y en él se desarrollan árboles muy altos que, en algunos casos, sobrepasan los 30 m de altura. Este bosque es sumamente homogéneo en cuanto a composición del dosel, puesto que está compuesto exclusivamente por oyamel (*Abies religiosa*). En su estratificación es menos uniforme (Figura 5), ya que los estratos muestran gran variabilidad en su cober-

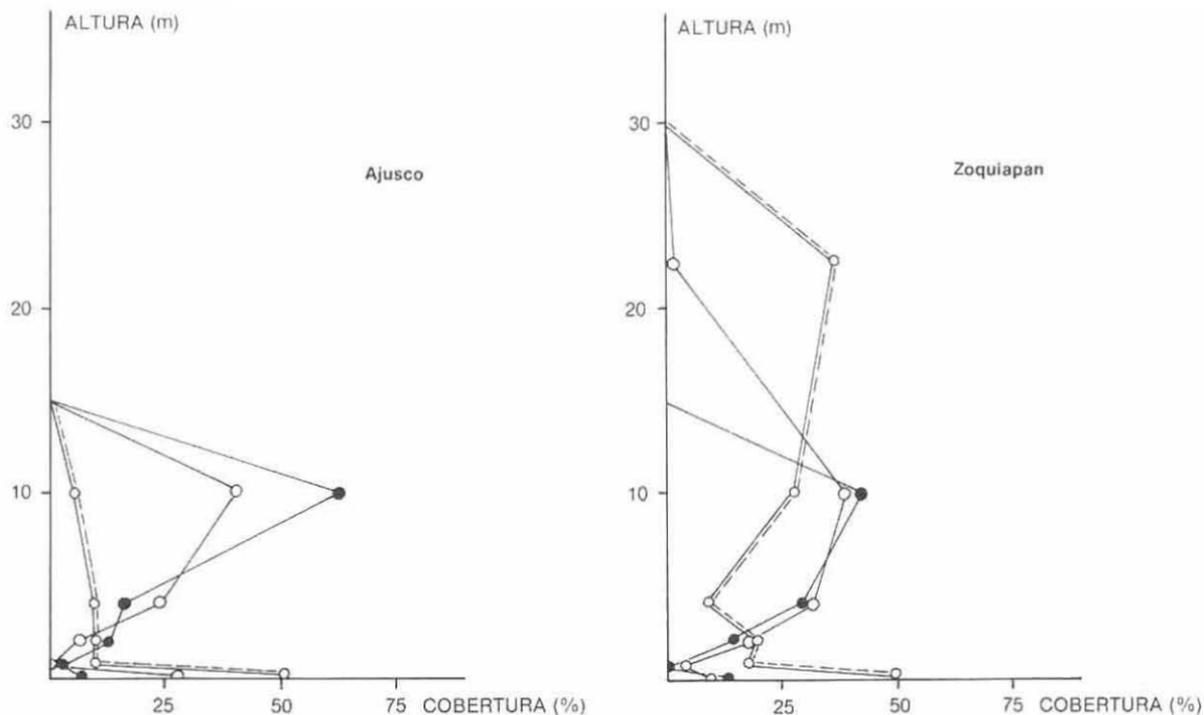


Figura 3
Estratificación de la cobertura del follaje (doble línea continua y discontinua) y perfiles de utilización por las comunidades de pájaros (línea continua) en bosques de hoja ancha durante agosto (○) y septiembre (●) en el Ajusco y Zoquiapan.

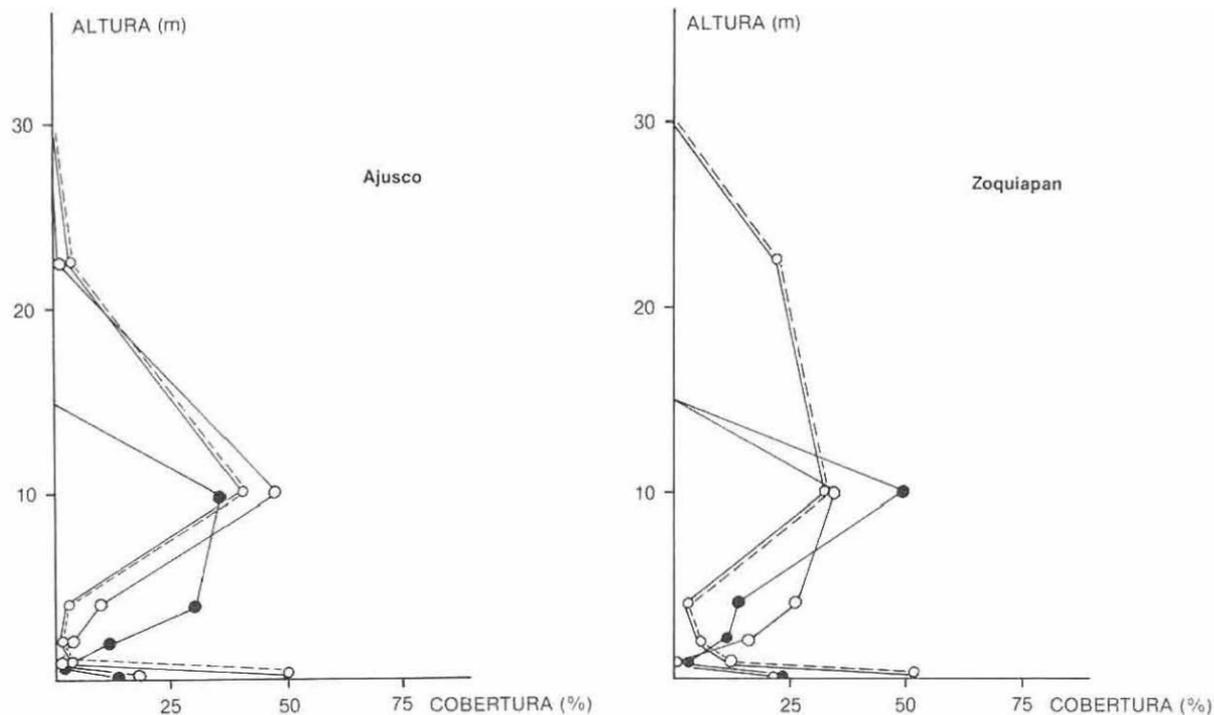


Figura 4

Estratificación de la cobertura del follaje (doble línea continua y discontinua) y perfiles de utilización por las comunidades de pájaros en bosques de pino durante agosto (○) y septiembre (●) en el Ajusco y Zoquiapan.

tura. Aunque el oyamel es la especie arbórea dominante, en algunas cañadas son un tanto comunes los encinos (*Q. laurina*) y ailes (*A. firmifolia*).

El estrato arbustivo está constituido en su mayor parte por *Senecio angulifolius* y *S. barba-johannis*; este estrato es más espeso en lugares de mayor perturbación. El suelo del bosque está casi totalmente cubierto por musgos y, en algunos sitios hay manchones de espinosilla (*Loeselia mexicana*).

Zoquiapan

Bosque de pino-aile. Se distribuye entre los 3150 m y 3350 m de altitud en terrenos planos y en cañadas de poca pendiente con suelos profundos. Los árboles alcanzan mayor talla en las cañadas que en los terrenos planos. En este bosque la estratificación de la vegetación es muy marcada, diferenciándose claramente tres estratos (Figura 3). Las especies de árboles dominantes son los pinos (*Pinus montezumae* y *P. hartwegii*) y los ailes (*Alnus firmifolia*). Estos últimos nunca alcanzan la talla de los pinos, pero en sitios de mayor perturbación llegan a formar manchones bastante compactos. El estrato arbustivo está constituido, además de ailes jóvenes, por *Baccharis conferta*, *Senecio cinerarioides*, y *S. angulifolius*, y se presenta en forma amanchonada; el estrato herbáceo es más continuo y está representado por pastos amacollados (*Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa*).

Bosque de pino. Se distribuye entre los 2800 m y 3350 m de altitud en terrenos ligeramente ondulados y en laderas de poca pendiente con suelos profundos. Característico de bosques de pino es la presencia de dos estratos muy bien delimitados el arboreo y el rasante, en tanto que el arbustivo es casi inexistente (Figura 4). El estrato arboreo está constituido por pinos (*P. hartwegii*) y ocasionalmente por algunos ailes (*A. firmifolia*) en lugares más perturbados. El estrato arbustivo se presenta en forma de manchones poco densos, con dominancia de *S. cinerarioides*, *B. conferta*, y *Penstemon campanulatus*; en el estrato herbáceo los pastos amacollados (*Festuca*, *Muhlenbergia*) forman una carpeta casi continua. En este bosque el pastoreo es bastante intenso y, para promover el renuevo de los pastos, la quema periódica es una práctica muy común.

Bosque de oyamel. Se distribuye en la cima de algunos montes por arriba de los 3350 m de altitud, aunque en algunas

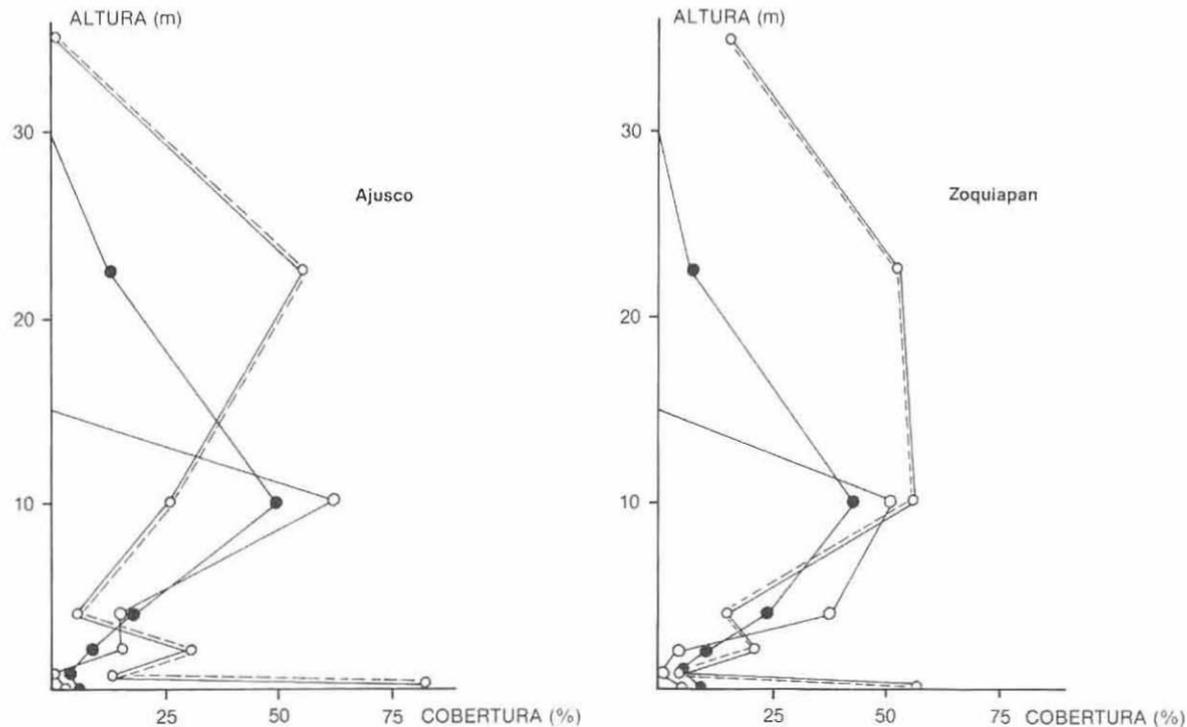


Figura 5
Estratificación de la cobertura del follaje (doble línea continua y discontinua) y perfiles de utilización por las comunidades de pájaros (línea continua) en bosques de oyamel durante agosto (○) y septiembre (●) en el Ajusco y Zoquiapan.

ocasiones se desarrolla por abajo de esta cota cuando las condiciones de humedad así lo permiten, por ejemplo en cañadas protegidas del viento. El suelo es bastante profundo, lo cual permite un gran desarrollo de los árboles; algunos fácilmente alcanzan 30 m de altura. Este bosque es sumamente homogéneo en cuanto a estructura y composición; el dosel está constituido únicamente por oyamel (*A. religiosa*) en tanto que el estrato arbustivo está poco representado (Figura 5). En los límites del bosque algunos árboles de hoja caediza como ailes (*A. firmifolia*) y madroños (*A. glandulosa*, *A. xalapensis*) se entremezclan con el oyamel. El estrato arbustivo se compone principalmente de *Senecio angulifolius*, *Verbesina vigata*, y árboles jóvenes de oyamel; este estrato se presenta en forma de manchones muy densos en lugares abiertos ocasionados por la caída de árboles. La cobertura herbácea es más uniforme, y está compuesta casi exclusivamente por musgos.

Metodología

Durante agosto y septiembre de 1981 se realizaron censos de pájaros en parcelas circulares con duración de 30 minutos, 10 en agosto y 10 en septiembre, en cada uno de los seis bosques.

El sitio del primer censo se seleccionó al azar y seis más a intervalos de 300 m a lo largo de una línea de dirección al azar. Todos los siete sitios fueron censados por la mañana, y los primeros tres fueron censados de nuevo por la tarde. Para cada pájaro observado se estimó la altura y distancia a la cual se encontraba; además se anotaron los siguientes datos: el tipo de planta y/o sustrato utilizado para forrajear, la técnica de forrajeo para los insectívoros, y el tipo de recursos consumido, cuando pudo ser determinado.

La densidad relativa de cada especie se obtuvo mediante el censo de parcelas circulares de 100 m de radio (Reynolds *et al.* 1980). Cada parcela circular se dividió imaginariamente en bandas concéntricas de las siguientes anchuras: cinco de 5 m de radio (0-25 m), una de 25 m (25-50 m) y una de 50 m (50-100 m). El número de pájaros se graficó en función del área de cada banda, con el objeto de determinar la distancia a la cual cada especie deja de ser detectada confiablemente. Una vez determinada esta distancia, la densidad se calculó dividiendo el número de individuos observados hasta esa distancia máxima entre la

superficie respectiva, para finalmente expresarse, como promedio de los 10 censos, en número de individuos por 10 hectáreas.

La riqueza específica es simplemente el número de especies y la diversidad (*BSD: bird species diversity*), se calculó mediante la fórmula:

$$BSD = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (\text{Simpson 1949, Levins 1968})$$

en donde p_i es la proporción de individuos de la i^{ava} especie y s es el número de especies. La equitatividad (J'), que es una medida de la uniformidad en la distribución de las abundancias de las especies, se calculó como:

$$J' = BSD / e^H \quad (\text{Hill 1973})$$

en donde **BSD** es la diversidad y e^H es la exponencial de la diversidad derivada de la teoría de la información ($H = -\sum p_i \ln p_i$).

La similitud entre las comunidades se evaluó, tomando en consideración el número de especies compartidas y sus densidades relativas, mediante el índice de similaridad proporcional (**PS: proportional similarity index**):

$$PS = 1 - 0.5 \left(\sum_{i=1}^S p_i - q_i \right) \quad (\text{Feinsinger et al. 1981})$$

donde p_i y q_i son las proporciones de la i^{ava} especie en la comunidad P y Q respectivamente y s es el número de especies compartidas.

Cada especie se asignó a uno de los siguientes regímenes alimentarios, de acuerdo al tipo de recursos que consumen, sin considerar aquellos que son ingeridos ocasionalmente y/o accidentalmente:

1. Granívoros: se alimentan de semillas recolectadas en el suelo o bien, directamente de los frutos de coníferas.
2. Nectarívoros: se alimentan de néctar, aunque en ocasiones consumen insectos en cantidades considerables.
3. Insectívoros: se alimentan de insectos y otros artrópodos que colectan en diferentes sustratos; se distinguen tres grupos o gremios (guilds):
 - i. Acechadores capturan insectos en el aire mediante persecuciones relativamente largas.

- ii. Colectores en el follaje: capturan insectos entre el follaje mediante ataques cortos.
 - iii. Colectores en la corteza: capturan insectos en la corteza de troncos y ramas gruesas mediante la inspección de hendiduras.
4. Omnívoros: se alimentan de insectos y otros artrópodos, además de frutos, semillas y/o néctar en proporciones similares.

Los perfiles de estratificación del follaje se construyeron a partir de 100 líneas de 20 m de longitud en cada una de las localidades. En cada línea de 20 m de longitud se seleccionó al azar un conjunto de 20 puntos a intervalos de 1 m. En cada punto se determinó la presencia de vegetación en los siguientes estratos: 0.0-0.3 m, 0.3-1.0 m, 1.0-3.0 m, 3.0-5.0 m, 5.0-15.0 m, 15.0-30.0 m, y mayor de 30 m. Para los primeros dos estratos se utilizó una varilla de acero de 0.5 mm de diámetro tomando en cuenta el número de contactos hechos con la vegetación. Para los estratos superiores se utilizó una escuadra óptica marcada con dos ejes perpendiculares, tomando en cuenta la presencia de follaje en la intersección de los ejes perpendiculares marcados en ambas caras, una superior y otra inferior. La escuadra óptica es sostenida por un brazo en forma de "U" y dos anillos concéntricos que forman un sistema de suspensión (Montaña y Ezcurra 1980).

Utilizando los mismos niveles de estratificación de la vegetación se calculó la proporción de pájaros observados en cada estrato, tanto para la comunidad como para cada régimen alimentario. En el caso de toda la comunidad se calculó la proporción de individuos esperada en cada estrato de acuerdo a la estratificación de la cobertura del follaje.

La similitud entre los perfiles de la estratificación del follaje y los perfiles de utilización, tanto de la comunidad como de los diferentes regímenes alimentarios, se evaluó mediante el índice de superposición de Horn ($C\lambda$: **Horn's overlap index**):

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n y_i^2} \quad (\text{Horn 1966})$$

en donde x_i y y_i son las proporciones de follaje y de pájaros observados en el i^{avo} estrato, respectivamente, y n es el número de estratos.

RESULTADOS

Estructura de las Comunidades

En el Cuadro 1 se presentan las variables y los parámetros de la estructura de las comunidades de pájaros. La densidad total, en términos generales, fue mayor en los bosques de hoja ancha que en los de coníferas y, de éstos, los bosques de pino los de más baja densidad.

Por lo que respecta a la riqueza específica, ésta fue más o menos similar entre bosques de hoja ancha y de pino, pero generalmente más baja en los bosques de oyamel. La diversidad de especies aparentemente aumentó de agosto a septiembre en todos los bosques; sin embargo, este aumento no fue significativo (Cuadro 2). Las diferencias entre localidades tampoco fueron significativas, y sólo las diferencias debidas al hábitat son significativas. Las comparaciones pareadas entre la diversidad media se muestran en el Cuadro 3. Sólo cinco de las 12 comparaciones fueron significativas, y de estas cinco, cuatro correspondieron a bosques de oyamel y tres al bosque de pino-aile.

Similitudes entre Comunidades.

Los índices de similaridad proporcional (PS) mostraron, que el bosque de encino es muy particular, que no es semejante a ningún otro (Cuadro 4). El bosque de pino-aile, curiosamente, presentó gran semejanza con el de oyamel del Ajusco. Con el bosque de pino y de oyamel de Zoquiapan el bosque de pino-aile tuvo gran similitud durante septiembre.

Los bosques de pino, a pesar de ser muy similares en su estructura, que es más bien simple, tuvieron índices de similaridad bajos (Cuadro 4). La única semejanza entre las dos localidades fue durante septiembre. Estos bosques fueron muy diferentes a los demás, a excepción de la similaridad, ya mencionada con anterioridad, con el bosque de pino-aile de Zoquiapan durante septiembre.

Cuadro 1.

Estructura y composición de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México; los bosques están agrupados de acuerdo a la forma de vida y dominancia de las especies arbóreas.

	Densidad total ^a	Riqueza específica ^b	Diversidad (BSD) ^c	Equitatividad (J) ^d
Bosques de hoja ancha				
Ajusco (Encino)				
Agosto	86.5	22	4.70	0.58
Septiembre	85.5	24	6.96	0.60
Zoquiapan (Pino-aile)				
Agosto	84.4	25	9.03	0.69
Septiembre	67.1	25	10.92	0.99
Bosques de pino				
Ajusco				
Agosto	59.8	25	8.68	0.69
Septiembre	43.4	22	9.07	0.72
Zoquiapan				
Agosto	49.2	22	7.07	0.66
Septiembre	48.0	19	9.14	0.77
Bosques de oyamel				
Ajusco				
Agosto	88.5	21	5.62	0.68
Septiembre	79.5	18	5.92	0.69
Zoquiapan				
Agosto	79.8	15	5.03	0.63
Septiembre	57.9	14	5.07	0.73

^a Pájaros/10 ha.

^b Número de especies

^c Inverso del índice de Simpson

^d Razón BSD/e^H

Cuadro 2.

Análisis de varianza de tres vías de la diversidad de especies de pájaros (BSD: bird species diversity).

Fuente	g. l.	Media de cuadrados	F
Fecha	1	0.183	0.095
Localidad	1	1.633	0.852
Hábitat	2	19.198	10.019***
Fecha x localidad	1	0.979	0.511
Fecha x hábitat	2	2.635	1.375
Localidad x hábitat	2	2.300	1.201
Fecha x local. x hábitat	2	1.222	0.638
Error	108	1.916	

*** $P < 0.001$

Cuadro 3.

Comparaciones pareadas entre bosques de la diversidad promedio mediante la diferencia significativa mínima (**LSD: least significant difference**); la primera cifra corresponde a Agosto y la segunda a Septiembre.

AJUSCO		
	Bosque de pino	Bosque de oyamel
Bosque de encino	0.559 / 0.525	0.638 / 1.385 *
Bosque de pino		1.197 / 0.860
ZOQUIAPAN		
	Bosque de pino	Bosque de oyamel
Bosque de pino-aile	0.520 / 1.287 **	2.001 ** / 1.410 *
Bosque de pino		1.418* / 0.123

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

Cuadro 4.

Comparaciones pareadas entre bosques mediante el índice de similaridad proporcional (**PS: proportional similarity index**); sólo los índices mayores de 0.50 se muestran para enfatizar las similitudes.

61

	Bosques de hoja ancha			Bosques de pino				Bosques de oyamel			
	Ajusco		Zoquiapan	Ajusco		Zoquiapan		Ajusco		Zoquiapan	
	Sep.	Ago.	Sep.	Ago.	Sep.	Ago.	Sep.	Ago.	Sep.	Ago.	Sep.
Bosques de hoja ancha											
Ajusco (Encino)											
Agosto	0.691	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Septiembre		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zoquiapan (Pino-aile)											
Agosto			0.600	*	*	*	*	0.618	0.634	*	*
Septiembre				*	*	*	0.520	0.528	0.545	0.514	*
Bosques de pino											
Ajusco											
Agosto					0.689	*	*	*	*	*	*
Septiembre						*	0.521	*	*	*	*
Zoquiapan											
Agosto							0.573	*	*	*	*
Septiembre								*	*	*	*
Bosques de oyamel											
Ajusco											
Agosto									0.846	0.681	0.598
Septiembre										0.631	0.553
Zoquiapan											
Agosto											0.840

* (PS) < 0.50

Por último, los bosques de oyamel, fueron los que presentaron mayor semejanza entre sí, independientemente de la localidad y la fecha. Sin embargo, esta semejanza fue mayor para una misma localidad ($PS = 0.846$ en el Ajusco, $PS = 0.840$ en Zoquiapan).

Regímenes Alimentarios.

La representación de cada régimen alimentario en las comunidades de pájaros se muestra en el Cuadro 5. Los pájaros granívoros fueron muy importantes desde el punto de vista de su dominancia, considerada porcentualmente, en los bosques de pino, no así en los bosques de hoja ancha o de oyamel. Los nectarívoros fueron relativamente importantes en el bosque de encino y en los de pino, excepto en Zoquiapan durante septiembre; en los bosques de oyamel, éstos fueron más bien raros (Cuadro 5).

Los pájaros insectívoros fueron el componente más importante de la comunidad en bosques de hoja ancha y, de oyamel. Sin embargo, cabe aclarar que en estos últimos los insectívoros constituyen cuatro quintas partes de la comunidad. En los bosques de pino, los pájaros insectívoros no fueron una parte muy importante de la comunidad, y las variaciones entre agosto y septiembre, para ambas localidades, fueron considerables (aproximadamente 20% en el Ajusco y 30% en Zoquiapan). Finalmente, en los pájaros omnívoros no se observó ningún patrón definido y, en general, no constituyeron un elemento muy importante de las comunidades.

Utilización del Follaje.

Todas las comunidades hicieron una utilización selectiva de los perfiles de estratificación de follaje, esto es, no utilizaron los estratos de la vegetación en función de su cobertura (Cuadros 6-8). De igual manera, los perfiles de utilización del follaje fueron significativamente diferentes entre agosto y septiembre para todas las comunidades, excepto para la comunidad del bosque de pino-aile.

En el bosque de encino la comunidad de pájaros utilizó el dosel desproporcionadamente en ambos períodos, pero durante septiembre fue aún mayor debido a un menor uso del estrato rasante (Figura 3). En el bosque de pino-aile los estratos superior y rasante fueron

Cuadro 5.

Composición de las comunidades de pájaros de acuerdo al régimen alimentario en bosques templados del Valle de México; los porcentajes se muestran entre paréntesis

	Granívoros	Nectarívoros	Insectívoros	Omnívoros
Bosques de hoja ancha				
Ajusco (Encino)				
Agosto	12.5(14.14)	25.5(29.44)	47.1(54.50)	1.4(1.62)*
Septiembre	7.4(8.62)	18.4(21.44)	56.9(66.38)	3.1(3.57)
Zoquiapan (Pino-aile)				
Agosto	6.4(7.55)	1.4(1.67)	70.2(83.23)	6.4(7.55)
Septiembre	7.1(10.64)	2.1(3.17)	55.5(82.63)	2.4(3.56)
Bosques de pino				
Ajusco				
Agosto	19.8(33.04)	13.6(22.68)	24.7(41.30)	1.8(2.98)
Septiembre	16.8(38.63)	8.3(19.05)	12.7(29.38)	5.6(12.94)
Zoquiapan				
Agosto	21.1(42.76)	16.1(32.64)	7.3(14.77)	4.8(9.83)
Septiembre	17.9(37.33)	4.2(8.83)	23.8(49.59)	2.0(4.25)
Bosques de oyamel				
Ajusco				
Agosto	8.1(9.20)	0.7(0.80)	74.3(83.96)	5.4(6.04)
Septiembre	8.4(10.57)	0.7(0.89)	65.6(82.45)	4.8(6.08)
Zoquiapan				
Agosto	9.2(11.53)	1.4(1.77)	68.4(85.69)	0.8(1.00)
Septiembre	7.9(13.66)	---	49.2(84.96)	0.8(1.38)

* Densidad – pájaros/10 ha.

Cuadro 6.

Porcentaje de cobertura vegetal en cada estrato y su utilización por la comunidad de pájaros en bosques de hoja ancha; las comparaciones de los perfiles y su significatividad estadística se muestran mediante líneas conectoras.

Estrato (m)	AJUSCO			ZOQUIAPAN		
	Bosque de Encino			Bosque de Pino-aile		
	Cober- tura	Utilización Ago. Sep.		Cober- tura	Utilización Ago. Sep.	
0.0- 0.3	59.72	27.83	6.71	30.52	9.70	12.89
0.3- 1.0	11.11	0.94	2.12	11.04	1.27	0.52
1.0- 3.0	11.81	6.60	12.37	12.60	19.41	14.43
3.0- 5.0	11.11	24.06	15.90	5.63	30.38	29.90
5.0-15.0	6.25	40.57	62.90	17.29	38.82	42.27
15.0-30.0				22.92	0.42	
>30.0						
Número de observaciones	288	212	283	960	237	194
	—***—			—***—		
	—***—			—***—		
	—***—			—ns—		

χ^2 , *** $P < 0.001$
ns no significativa.

Cuadro 7.

Porcentaje de cobertura vegetal en cada estrato y su utilización por la comunidad de pájaros en bosques de pino; para significatividad estadística véase Cuadro 6.

Estrato (m)	AJUSCO			ZOQUIAPAN		
	Cober- tura	Utilización Ago. Sep.		Cober- tura	Utilización Ago. Sep.	
0.0– 0.3	48.79	35.40	18.64	40.61	22.45	23.23
0.3– 1.0	3.88	1.33	2.82	9.27	0.68	1.29
1.0– 3.0	1.15	3.98	11.86	4.43	15.65	11.61
3.0– 5.0	3.15	10.18	30.51	2.21	26.53	14.19
5.0– 15.0	39.87	48.23	36.16	26.25	34.69	49.68
15.0– 30.0	3.15	0.88		17.23		
> 30.0						
Número de observaciones	953	266	177	1219	147	155
	—***—			—***—		
	—***—	—***—		—***—	—***—	
		—***—			—**—	

χ^2 , *** $P < 0.001$
 ** $P < 0.01$

Cuadro 8.

Porcentaje de cobertura vegetal en cada estrato y su utilización por la comunidad de pájaros en bosques de oyamel; para significatividad estadística véase Cuadro 6.

Estrato (m)	AJUSCO			ZOQUIAPAN		
	Cober- tura	Utilización		Cober- tura	Utilización	
		Ago.	Sep.		Ago.	Sep.
0.0- 0.3	38.29	3.55	6.59	25.41	6.25	9.62
0.3- 1.0	6.29	---	3.59	1.84	---	5.77
1.0- 3.0	14.15	16.57	9.58	9.69	4.69	10.58
3.0- 5.0	2.79	16.57	17.37	6.63	38.28	24.04
5.0- 15.0	12.13	63.31	49.70	25.31	50.78	43.27
15.0- 30.0	25.89		13.17	23.98		6.73
> 30.0	0.45			7.14		
Número de observaciones	1541	169	167	980	128	104
	-----***-----			-----***-----		
	-----***-----			-----***-----		
		-----***-----			-----***-----	

χ^2 , *** $P < 0.001$

usados con menor frecuencia, en tanto que los intermedios, esto es de 3 m a 15 m, fueron sobreutilizados.

En los bosques de pino los pájaros sobreutilizaron estratos intermedios (Figura 4). En los bosques de oyamel la utilización del follaje fue similar a la de los bosques de pino, especialmente en el Ajusco (Figura 5). Cabe mencionar que en los bosques de oyamel el estrato rasante, a pesar de, tener gran cobertura, es poco utilizado por los pájaros; ésto, como se verá más adelante, está relacionado con los regímenes alimentarios.

Las similitudes entre los perfiles de utilización de los pájaros y los perfiles de estratificación del follaje evaluados mediante el índice de superposición de Horn ($C\lambda$) se muestra en el Cuadro 9. Los índices de su superposición muestran indirectamente la distribución de los recursos alimentarios en los diferentes estratos, si se supone que los pájaros utilizarán aquéllos estratos en donde se encuentra su alimento. Así, un índice alto mostrará un uso más uniforme de la cobertura del follaje disponible, mientras un índice bajo es el resultado de la sobreutilización de algún estrato.

Desde el punto de vista de utilización total, esto es, por toda la comunidad de pájaros, se observó que en los bosques de pino se presentaron los valores más altos (Cuadro 9) en seguida se encuentran los bosques de oyamel y por último los bosques de hoja ancha. En algunos bosques las similitud aumentó de agosto a septiembre, como en el caso de los bosques de oyamel; en otros disminuyó, como en el caso de los bosques de encino y de pino del Ajusco, y en otros, permaneció sin cambios notables, como en el caso de los bosques de pino-aile y de pino de Zoquiapan.

Con respecto a los regímenes alimentarios, los pájaros granívoros utilizaron los perfiles de vegetación proporcionalmente a su cobertura en la mayoría de los bosques. En el bosque de oyamel del Ajusco durante agosto hubo una desproporcionada utilización del dosel (65.6% en agosto, 35.3% en septiembre); el dosel fue usado principalmente para descansar y vigilar, más que para forrajear.

Los nectarívoros hicieron una utilización muy selectiva de la vegetación, concentrando toda su actividad forrajera en los estratos inferiores. Sin embargo, durante agosto hicieron una utilización menos selectiva de los perfiles de la vegetación en los bosques de encino ($C\lambda = 0.965$) y de pino ($C\lambda = 0.784$) del Ajusco. En los omnívoros no se

Cuadro 9.

Utilización del follaje por las comunidades de pájaros y por cada régimen alimentario en bosques templados del Valle de México, evaluada mediante al índice de superposición de Horn (**C_λ: Horn's overlap index**).

	Total	Granívoros	Nectarívoros	Omnívoros	Acechadores	Colectores en follaje	Colectores en corteza
Bosques de hoja ancha							
Ajusco (Encino)							
Agosto	0.646	0.896	0.965	0.558	0.089	0.173	0.713
Septiembre	0.271	0.771	0.404	0.224	0.232	0.144	0.173
Zoquiapan (Pino-aile)							
Agosto	0.556	0.692	0.414	0.388	0.199	0.438	0.391
Septiembre	0.578	0.658	0.414	0.502	0.463	0.428	0.392
Bosques de pino							
Ajusco							
Agosto	0.959	0.950	0.784	0.590	0.504	0.658	0.711
Septiembre	0.733	0.911	0.074	0.539	0.137	0.736	0.492
Zoquiapan							
Agosto	0.724	0.851	0.185	0.457	0.387	0.553	0.506
Septiembre	0.769	0.866	0.362	0.485	0.234	0.457	0.466
Bosques de oyamel							
Ajusco							
Agosto	0.344	0.419	0.045	0.238	0.198	0.309	0.100
Septiembre	0.499	0.679	0.226	0.637	0.317	0.317	0.559
Zoquiapan							
Agosto	0.566	0.733	0.110	0.272	---	0.514	0.343
Septiembre	0.741	0.765	---	0.120	0.496	0.689	0.162

observó un patrón definido en el uso de la vegetación.

Los insectívoros acechadores utilizaron muy selectivamente los perfiles de vegetación [$C\lambda = (0.089 - 0.504)$]; únicamente los estratos superiores fueron utilizados como posaderos desde donde se inicia la persecución de las presas. Entre los insectívoros colectores en el follaje la utilización fue selectiva [$C\lambda = (0.144 - 0.763)$], preferentemente de los estratos superiores, pero no al grado de los acechadores; el único caso de utilización altamente selectiva se dió en el bosque de encino. Entre los insectívoros colectores en la corteza no se observó ningún patrón específico, sino que éste fue muy variable entre los bosques así como en el tiempo. Esta variabilidad fue menor en el bosque de pino-aile.

El uso altamente selectivo de los perfiles de la vegetación de los regímenes alimentarios puede ser utilizado como un índice de la distribución de los recursos alimentarios puesto que los pájaros de la mayoría de los regímenes sobreutilizan algún estrato, comparado con su disponibilidad.

DISCUSION

Comparaciones Locales

La riqueza específica mostró una tendencia en la cual al aumentar la heterogeneidad del hábitat la riqueza aumentó, con los bosques de oyamel ubicados en el extremo de máxima homogeneidad y baja riqueza específica. La estructura del hábitat puede ser expresada, entre otras posibilidades, en dos componentes: uno vertical y otro horizontal (MacArthur 1965). En los bosques de oyamel ambos componentes son muy homogéneos y, consecuentemente la riqueza fue baja; en los bosques de pino el componente horizontal es más heterogéneo y por lo tanto el número de especies de pájaros fue mayor. En los bosques de hoja ancha ambos componentes tienen la mayor heterogeneidad y la riqueza de especies más alta.

En el bosque de oyamel del Ajusco se registraron más especies que en el Zoquiapan debido a la presencia de especies poco comunes, tales como *Myioborus pictus*, *Atlapetes pileatus*, *A. viren-*

ticeps, accidentales como *Sitta pygmaea*, o especies con movimientos locales como *Poliioptila caerulea*.

La diversidad de especies (BSD) mostró la misma tendencia que la riqueza específica, esto es, un aumento en la diversidad conforme la herogeneidad del hábitat aumentó. Los resultados obtenidos del análisis de varianza de BSD enfatizan la importancia de la estructura del hábitat en el modelamiento de las comunidades de pájaros. Los bosques de hoja ancha no fueron los de mayor diversidad, puesto que el bosque de encino, tuvo menor diversidad que los de pino, por lo tanto algún otro factor del ambiente, probablemente la adición de un nuevo estrato en los bosques de pino, es el responsable del aumento. Las diferencias significativas entre bosques se dieron en las comparaciones entre los de hoja ancha y los de oyamel. La única comparación no significativa entre el bosque de encino y el de oyamel en agosto (cuadro 3) fue debido a la dominancia de algunas especies (*Colibri thalassinus*, *Hylocharis leucotis*, *Psaltriparus minimus*) en el primero.

La similaridad entre los bosques es un índice muy importante de relaciones entre comunidades. El bosque de encino presenta la comunidad de pájaros mas distintiva debido a dos atributos principales: variabilidad en el desarrollo del suelo y heterogeneidad del dosel. Probablemente estos factores permitieron la ocurrencia sólo en esa comunidad de especies tales como *Picoides scalaris*, *Thryomanes bewickii*, *Pipilo fuscus*, *Aimophila ruficeps* y *Carduelis psaltria*.

La similitud entre el bosque de pino-aile y el de oyamel del Ajusco fue debido, por un lado, a la dominancia de pino sobre el aile en el dosel (20.9% y 17.9% respectivamente) y, por el otro, a la estructura de la vegetación (Figuras 3 y 5). Estos factores fueron mostrados por la dominancia de especies como *Parus sclateri*, *P. minimus*, y *Ergaticus ruber* en ambos bosques.

La mayor similaridad en septiembre entre las comunidades de pájaros del bosque de pino-aile con las de otros bosques de Zoquiapan fueron debidas a cambios de agosto a septiembre en las abundancias de algunas especies. En el bosque de pino hubo un aumento aparente en las densidades relativas de *P. sclateri*, *S. pygmaea*, *Certhia americana*, y *Troglodytes aedon*; sin embargo, sólo para *P. sclateri* este aumento fue estadísticamente significativo ($F_{1,9} = 7.77, p < 0.05$). La similaridad de la comunidad de pájaros del bosque de oyamel con la del bosque de pino-aile aumentó debido a un decremento aparente en las

abundancias de algunos pájaros insectívoros, tales como *P. sclateri*, *T. aedon* y *E. ruber*.

Las diferencias entre los bosques de pino, fueron inesperadas puesto que su estructura es muy similar (Figura 4), por lo cual se esperaría una gran similaridad entre sus comunidades de pájaros. Las principales diferencias fueron debidas a la presencia de equivalentes ecológicos o a diferencias en la dominancia de una especie sobre otra. Como ejemplos del primer caso deben mencionarse el reemplazo de *Hylocharis leucotis* y *Carpodacus mexicanus* en el Ajusco por *Selasphorus platycercus* y *Carduelis pinus* en Zoquiapan. Cambios en la dominancia de especies fueron mostrados por los pares *Sitta carolinesis*-*S. pygmaea* y *Junco phaeonotus*-*Oriturus superciliosus*. La única similaridad entre bosques de pino fue debida al compartimiento de algunos pájaros migratorios durante el verano tardío, tales como *Empidonax* spp. y *Tardus migratorius*.

La gran similaridad entre los bosques de oyamel fue probablemente una consecuencia de la homogeneidad tanto en el componente estructural como en el espacial (Figura 5). Estas semejanzas fueron tan altas que las diferencias debidas a la distribución amanconada en Zoquiapan no fueron reflejadas en la composición de las comunidades de pájaros. Tres especies comunes en el bosque de oyamel del Ajusco fueron poco comunes (*P. minimus*) o ausentes (*Catharus occidentalis*, *Pipilo erythrophthalmus*) del bosque en Zoquiapan; sin embargo, estas dos últimas especies se registraron en el bosque de pino-aile.

La disponibilidad de recursos ha sido propuesta por varios autores como uno de los factores más importantes en la estructuración de las comunidades de pájaros (MacArthur y Levins 1964, Cody 1968, Fretwell 1972). Esta tendencia fue mostrada por los pájaros granívoros. En los bosques de pino los pastos tienen una gran cobertura (40.1% en el Ajusco, 43.5% en Zoquiapan) y, consecuentemente los granívoros fueron dominantes o codominantes con los insectívoros. En los otros bosques, donde los pastos tienen baja cobertura, los pájaros granívoros fueron consistentemente menos importantes que los insectívoros.

La importancia de los pájaros nectarívoros en los bosques de oyamel fue baja, tal y como se esperaba, puesto que los recursos alimentarios son más bien escasos y generalmente se presentan en forma de pequeños manchones. Sin embargo, en el bosque de pino-aile en donde la cobertura de herbáceas es alta (21.5%) y los recursos

no son escasos, los nectarívoros también fueron escasos. El único pájaro nectarívoro en bosques de oyamel fue el colibrí *Lampornis clemenciae*, que se alimenta con bastante frecuencia de insectos que captura en el aire o colecta entre los líquenes.

Los bosques de pino-aile y de oyamel tuvieron una mayor proporción de pájaros insectívoros, principalmente colectores en el follaje, mientras que en los bosques de pino la proporción fue baja y muy variable. Esta baja proporción de insectívoros en los bosques de pino probablemente fue debida, en general, a la homogeneidad del follaje. La variabilidad a través del tiempo en el Ajusco fue debida a cambios en la abundancia de insectívoros colectores en la corteza (*Sitta* spp., *C. americana*), mientras que en Zoquiapan fue debida a un gran aumento de colectores en el follaje, por ejemplo *P. sclateri*, durante septiembre.

Los estratos del follaje fueron utilizados más uniformemente por los pájaros granívoros, posiblemente como resultado de la distribución de su alimento. El único caso de sobreutilización entre los granívoros ocurrió en el bosque de oyamel del Ajusco en agosto; este uso desproporcionado fue ocasionado por actividades de descanso y cobijo más que de forrajeo. En los nectarívoros los únicos casos de utilización uniforme de los perfiles de estratificación del follaje fueron en los bosques de encino y de pino del Ajusco durante agosto. Esta utilización uniforme pudo haber sido una consecuencia de la estructura más bien simple de estos bosques, la cual consiste de sólo dos estratos bien definidos; estos estratos fueron utilizados con diferentes fines, el herbáceo para forrajear el dosel para descansar y cortejar. Es septiembre esta tendencia desapareció como resultado de la disminución en las densidades de *C. thalassinus* en el bosque de encino y de *H. leucotis* en ambos bosques.

El uso altamente selectivo de los perfiles del follaje hecho por los insectívoros acechadores puede expresar la independencia, en gran parte, de insectos aéreos del follaje; esta selectividad disminuyó en septiembre en los bosques de hoja ancha y de oyamel como resultado de una disminución simultánea en las densidades, mientras que la tendencia opuesta fue cierta en los bosques de pino. En contraste con los acechadores, en los colectores en el follaje no hubo diferencias notables en la utilización del follaje entre agosto y septiembre. Este patrón puede ser el resultado de pequeños cambios, en caso de haberlos, en la cobertura del follaje por estrato, y presumiblemente en la abundancia de insectos. Los colectores en el follaje fueron más selectivos en el bosque

de encino, como consecuencia de la sobreutilización de las copas de los encinos por bandadas de pájaros poliespecíficas.

Los insectívoros colectores en la corteza mostraron una alta variabilidad en la utilización del follaje (vegetación), presumiblemente como consecuencia de su dependencia de la corteza como sustrato de forrajeo. Sin embargo, la poca variabilidad en los bosques de pino-aile y pino en Zoquiapan fue ocasionado por diferentes factores. En el bosque de pino-aile la poca variabilidad fue debida a que las densidades de estos pájaros se mantuvieron constantes (11.9 pájaros/10 ha en agosto y 12.3 pájaros/10 ha en septiembre), mientras en el bosque de pino fue debida a una constante sobreutilización del dosel (5-15 m) por especies que no son pájaros carpinteros.

La estructura de la vegetación es, como se ha mostrado, importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de pájaros mediante la selección del hábitat. Además, la estructura de la vegetación determina la distribución de los recursos alimentarios tanto horizontal como verticalmente, si bien el tiempo también debería ser incluido. Modificaciones humanas en la estructura de la vegetación y en la composición de especies vegetales afectan la distribución del alimento en ambas dimensiones. Las respuestas de las comunidades de pájaros a modificaciones del hábitat dependerán en gran parte del grupo de especies de pájaros y del grado de modificación en la estructura del hábitat. Modificaciones de la estructura vertical de la vegetación generalmente tienen como consecuencia una disminución en la riqueza de especies puesto que los requerimientos ecológicos para algunas especies de pájaros se pierden, haciendo que ese hábitat ya no sea adecuado. Por otro lado, modificaciones de la estructura horizontal de un bosque homogéneo usualmente inducen a un aumento en la riqueza específica mediante un aumento en la heterogeneidad del hábitat ("**patchiness**"); sin embargo, si la modificación del hábitat es excesiva, entonces tendrá un efecto negativo sobre la riqueza de especies.

Comparaciones Regionales

Los estudios comparativos de las comunidades de pájaros entre diferentes localidades geográficas pueden mostrar en que medida ciertos factores ambientales son responsables de las varia-

ciones en la estructura de esas comunidades. Tales estudios ecológicos de tipo comparativo generalmente se han enfocado al descubrimiento de patrones en la naturaleza, y así, de esta manera, formular algunas generalizaciones y/o hipótesis acerca de ciertos procesos. Sin embargo, algunas limitaciones deben tenerse en cuenta para evitar comparaciones inútiles. Si las comparaciones se hacen en términos de composición y abundancia de especies, estas deberán hacerse entre comunidades que han estado expuestas a presiones ambientales similares durante el tiempo evolutivo. Así, en esta sección, las comparaciones entre comunidades de pájaros sólo se harán con los bosques templados del occidente de Norte América de tipos y fechas comparables a las de este estudio.

La riqueza de especies fue similar en bosques de hoja ancha en Oregon y México, pero en México hay una disminución en BSD a la mitad, debido a la dominancia de ciertas especies en el bosque de encino, especialmente en septiembre (Cuadro 10). En los bosques de pino tanto la riqueza como la diversidad de especies aumentaron de Wyoming y Arizona a México. El único patrón en bosques mixtos de coníferas es un pequeño decremento en la diversidad hacia el sur. La diversidad en bosques septentrionales fue más alta durante principios del verano como consecuencia de la llegada de los residentes estivales (Anderson 1970), mientras en los bosques del sur (Valle de México) la diversidad fue más alta durante la migración de otoño.

Los granívoros fueron relativamente mucho más abundantes en los bosques de Norte América de casi todos los tipos que en sus contrapartes en México (Cuadro 10). El estudio de Blake (1982) en bosques de pino sujetos a tala y/o quema muestra que las perturbaciones al bosque fueron acompañadas de un aumento sustancial en la densidad de pájaros granívoros, y cuando estos dos factores fueron combinados, la comunidad de pájaros estuvo compuesta casi exclusivamente por estos pájaros (95.5%). Similares resultados fueron obtenidos por Hagar (1960) en bosques mixtos de coníferas después de ser talados.

Los insectívoros acechadores mostraron dos tendencias opuestas dependiendo del tipo de bosque. En los bosques de hoja ancha los acechadores disminuyeron de Oregon a México, mientras que en los bosques de pino aumentaron (Cuadro 10). Los colectores en el follaje constituyeron el componente más importante en las comunidades de pájaros de los bosques de hoja ancha y mixtos de coníferas; estos pá-

Cuadro 10.

Estructura de las comunidades de pájaros de bosques templados del occidente de Norteamérica y del Valle de México. La diversidad de especies (BSD) y los porcentajes de cada régimen alimentario se calcularon de los datos originales.

		Riqueza específica	Diversidad (BSD)	G	Regímenes Alimentarios*				
					la	lf	lc	O	
Bosques de Encino									
1	Oregon	(Verano tardío)	19	10.78	30.30	8.86	33.57	18.41	8.86
		(Otoño)	21	10.65	29.55	---	44.70	15.37	10.39
2	Ajusco	(Agosto)	22	4.70	14.14	1.63	51.10	1.77	1.62
		(Septiembre)	24	6.96	8.62	4.19	61.00	1.19	3.57
Bosques de Pino									
3	Arizona	(Quemado-no talado)	9	1.77	75.64	0.43	5.34	17.31	1.28
		(Quemado-talado)	7	1.17	95.48	---	0.93	1.56	2.02
		(No quemado-no talado)	7	4.60	15.47	---	39.78	27.07	17.68
		(No quemado-talado)	18	3.75	76.91	---	11.39	4.88	6.82
4	Wyoming		8	5.73	41.73	---	50.41	---	8.22
2	Ajusco	(Agosto)	25	8.68	33.04	8.27	23.85	9.18	2.98
		(Septiembre)	22	9.07	38.63	8.19	17.69	3.51	12.94
2	Zoquiapan	(Agosto)	22	7.07	42.76	5.75	2.09	6.93	9.83
		(Septiembre)	19	9.14	37.33	4.42	23.89	21.29	4.25
Bosques Mixtos de Coníferas									
4	Wyoming	(Pino-oyamel)	14	8.00	35.82	---	55.68	6.24	2.25
		(Oyamel)	19	10.87	33.99	1.31	45.10	10.46	9.15
5	California	(Oyamel)	23	8.47	21.05	---	28.42	26.95	23.58
2	Ajusco	(Agosto)	21	5.62	9.20	1.60	79.67	2.69	6.04
		(Septiembre)	18	5.92	10.57	2.67	72.60	7.18	6.08
2	Zoquiapan	(Agosto)	15	5.03	11.53	1.39	77.21	7.10	1.00
		(Septiembre)	14	5.07	13.66	1.23	71.53	12.21	1.38

1 Anderson 1970

4 Salt 1957

*G = Granívoros.

lc = Insectívoros colectores en la corteza.

2 Este estudio

5 Hagar 1960

la = Insectívoros acechadores.

O = Omnívoros.

3 Blake 1982

lf = Insectívoros colectores en el follaje.

jaros fueron proporcionalmente más importantes en los bosques del sur, constituyendo siempre más de la mitad de la comunidad. Salt (1957) y Blake (1982) encontraron que los colectores en el follaje fueron el componente más importante de las comunidades de bosques de pino no perturbados, existiendo una tendencia a disminuir su importancia conforme la perturbación aumentó. Los bosques de pino del Valle de México encajan bien dentro de este patrón, o sea que son bosques perturbados en cuyas comunidades nunca hay más de un 25% de colectores en el follaje.

Entre los colectores en la corteza hubo una clara tendencia a disminuir en su proporción hacia el sur, especialmente marcada en bosques de hoja ancha. En bosques deciduos de California Salt (1953) encontró que los colectores en la corteza están pobremente representados; él atribuyó esto a la pobre calidad de la corteza en encinos y sicamoros como sustratos de forrajeo. Estas diferencias en la proporción de colectores en la corteza puede estar relacionada con la altura del dosel y condiciones de humedad, puesto que en Oregón (Anderson 1970), los bosques de encino son más densos y la altura del dosel es mayor que en el Ajusco. En bosques de pino, como se podría esperar, la tala tuvo el peor efecto sobre la abundancia de colectores en la corteza (Cuadro 10). En el Valle de México los bosques de pino son talados periódicamente, y este efecto fue mostrado por la baja proporción de colectores en la corteza en esas comunidades.

Los omnívoros no mostraron ninguna tendencia particular entre estos bosques montanos. Sin embargo, en los bosques de hoja ancha hubo un aumento aparente del verano tardío a principios de otoño ocasionado por la llegada de pájaros migratorios. Hagar (1960) encontró en un bosque mixto de coníferas en California una proporción de omnívoros sorprendentemente alta, pero él no menciona ninguna causa probable de esta alta proporción, aunque ésta bien podría deberse a una baja proporción de colectores en el follaje.

Las similitudes en la estructura de las comunidades de pájaros de estos bosques montanos son, presumiblemente, el resultado de respuestas evolutivas a semejanzas en la estructura y composición de la vegetación por parte de un grupo de especies mediante estrategias adaptativas concernientes a la búsqueda y consumo de alimento. La estructura de la vegetación es importante porque los tipos y distribución de los sustratos de forrajeo, así como la disponibilidad de alimento dependen en gran parte de ella.

Las diferencias en la composición pueden estar relacionadas con la heterogeneidad del hábitat y con respuestas a largo plazo por un conjunto de especies de pájaros que sean capaces de colonizar y establecerse exitosamente en un hábitat particular. Si, como generalmente se supone, la heterogeneidad del hábitat aumenta hacia los trópicos, entonces más especies podrían explotar y usar sus recursos, en vista de que más substratos, en los cuales se puede forrajear, se encuentran disponibles. Esta tendencia de aumentar la heterogeneidad del hábitat hacia los trópicos fue demostrada por Stiles (1978) en bosques de aile de Washington y Costa Rica; él también encontró que algunas técnicas de forrajeo fueron usadas en bosques de Costa Rica pero no en los bosques de Norte América. Las diferencias a nivel local pueden ser el resultado de respuestas a corto plazo en cambios de la disponibilidad de alimento (Szaro y Balda, 1979).

AGRADECIMIENTOS

Durante la realización del presente estudio conté con la ayuda y el apoyo de un gran número de personas, a quienes deseo hacer patente mi agradecimiento. En primer lugar quiero agradecer al Dr. Ralph J. Raitt su constante apoyo y asesoría, no sólo durante el desarrollo de este trabajo, sino durante toda una época de mi formación académica. Al Dr. William A Dick-Peddie y al M. en C. Ezequiel Ezcurra por su asesoría y sugerencias sobre el muestreo de la vegetación; gracias también a José Luis Blando, Alfredo Nocedal, Alberto González, Patricia Galina y Sergio Alvarez por su ayuda en el muestreo de la vegetación, y nuevamente a José Luis Blando por la identificación de las especies de plantas; y finalmente a Pablo Corcuera por su constante ayuda en el trabajo de campo. Al Ing. Hugo Ramírez Maldonado, Jefe del Departamento de Bosques, Universidad Autónoma de Chapingo, deseo agradecer todas las facilidades que brindó para hacer uso de las instalaciones de la "Estación Experimental de Zoquiapan". Por la revisión crítica del presente deseo hacer patente mi agradecimiento al Dr. Ralph J. Raitt, al Dr. Françoise Vuilleumier, y al Dr. Mario Ramos. Este estudio fue patrocinado por la Secretaría de Educación Pública, por la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario del Departamento del Distrito Federal, y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

LITERATURA CITADA

- American Ornithologists' Union, (A.O.U.)** 1983. *Check-list of North American birds*. American Ornithologists' Union. Lawrence (Sexta Edición).
- Alatalo, R. V.** 1981. Habitat selection of forest birds in the seasonal environment of Finland. *Ann. Zool. Fennici* 18: 103-114.
- Anderson, S. H.** 1970. The avifaunal composition of Oregon White Oak stands. *Condor* 72: 417-423.
- Anderson, S. H. y H. H. Shugart.** 1974. Habitat selection of breeding birds in an east Tennessee deciduous forest. *Ecology* 55: 828-837.
- Blake, J. G.** 1982. Influence of fire and logging on non-breeding bird communities of ponderosa pine forests. *J. Wildl. Manag.* 46: 404-415.
- Cody, M. L.** 1968. On the methods of resource division in grassland bird communities. *Am. Nat.* 102: 107-147.
- Eckhardt, R. C.** 1979. The adaptive syndromes of two guilds of insectivorous birds in the Colorado Rocky Mountains. *Ecol. Monogr.* 49: 129-149.
- Feinsinger, P., E. E. Spears y R. W. Poole.** 1981. A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62: 27-32.
- Franzreb, K.** 1978. Tree species used by birds in logged and unlogged mixed coniferous forests. *Wilson Bull.* 90: 221-238.
- Fretwell, S. D.** 1972. *Population in a seasonal environment*. Monographs in Population Biology 5. Princeton Univ. Press. Princeton.
- García, E.** 1968. Los climas del Valle de México según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por la autora. *Colegio de Postgraduados, ENA. Ser. Sobretiros* 6: 1-34.
- García, E.** 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Inst. Geog., UNAM. México.
- Hagar, D. E.** 1960. The interrelation of logging, birds, and timber regeneration in the Douglas-fir region of northwestern California. *Ecology* 41: 116-125.
- Hill, M. O.** 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- Holmes, R. T., R. E. Bonney y S. W. Pacala.** 1979. Guild structure of the Hubbard Brook bird community: A multivariate approach. *Ecology* 60: 512-520.
- Holmes, R. T. y S. K. Robinson.** 1981. Tree species preferences of foraging insectivorous birds in a northern hardwoods forest. *Oecologia (Berl.)* 48: 31-35.
- Horn, H. S.** 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Am. Nat.* 100: 419-424.
- James, F. C. y N. O. Warner.** 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology*. 63: 159-171.
- Landers, P. B. y J. A. Macmahon.** 1980. Guilds and community organization: Analysis of an oak woodland avifauna in Sonora, Mexico. *Auk* 97: 351-365.

- Landers, P. B. y J. A. Macmahon.** 1983. Community organization of arboreal birds in some oak woodlands of western North America. *Ecol. Monogr.* 53: 183-208.
- Levins, R.** 1968. *Evolution in changing environments.* Monographs in Population Biology 2. Princeton Univ. Press. Princeton.
- MacArthur, R. H.** 1965. Patterns of species diversity. *Biol. Rev.* 40: 510-533.
- MacArthur, R. H.** 1972. *Geographical Ecology: Patterns in the distribution of species.* Harper & Row. New York.
- MacArthur, R. H. y R. Levins.** 1964. Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 51: 1207-1210.
- Montaña, C. y E. Ezcurra.** 1980. Simple instrument for quick measurement of crown projections. *J. Forest.* 78: 699.
- Reynolds, R. T., J. M. Scott y R. A. Nussbaum.** 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82: 309-313.
- Root, R. B.** 1967. The niche exploitation pattern of the Blue-gray Gnatcatcher. *Ecol. Monogr.* 37: 317-350.
- Rotenberry, J. T. y J. A. Wiens.** 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: A multivariate analysis. *Ecology* 61: 1228-1250.
- Rzedowski, J.** 1975. Flora y vegetación en la Cuenca del Valle de México. In: *Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal.* Vol. I México: 79-134.
- Sabo, S. R.** 1980. Niche and habitat relations in subalpine bird communities of the White Mountains of New Hampshire. *Ecol. Monogr.* 50: 241-259.
- Sabo, S. R. y R. T. Holmes.** 1983. Foraging niches and the structure of forest bird communities in contrasting montane habitats. *Condor* 85: 121-138.
- Salt, G. W.** 1953. An ecological analysis of three California avifaunas. *Condor.* 55: 258-273.
- Salt, G. W.** 1957. An analysis of avifaunas in the Teton Mountains and Jackson Hole, Wyoming. *Condor* 59: 373-393.
- Simpson, E. H.** 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Skutch, A. F.** 1967. Life histories of Central American highland birds. *Pub. Nuttall Ornithol. Club* 7: 1-213.
- Stiles, E. W.** 1978. Avian communities in temperate and tropical alder forests. *Condor* 80: 276-284.
- Stiles, E. W.** 1980. Bird community structure in alder forests in Washington. *Condor* 82: 20-30.
- Szaro, R. C. y R. P. Balda.** 1979. Bird community dynamics in a ponderosa pine forest. *Studies Avian Biology* 3: 1-66.
- Thlollay, J.M.** 1978. Structures ecologiques comparées des peuplements aviens de forêts mixtes tempérées. *Gerfaut* 68: 347-372.
- Willson, M. F.** 1974. Avian community organization and habitat structure. *Ecology* 55: 1017-1029.

Apéndice A

Relación de especies observadas en bosques templados del Valle de México; la nomenclatura y secuencia taxonómica son según la Unión de Ornitólogos Americanos (A.O.U. 1983). Régimen alimentario: G = granívoros, N = nectarívoros, O = omnívoros, la = insectívoros acechadores, lf = insectívoros colectores en el follaje, lc = insectívoros colectores en la corteza, (*Migratorios de larga distancia; + Migratorios de movimientos locales).

Orden Galliformes
Familia Phasianidae

Cyrtonyx montezumae (Vigors) O

Orden Apodiformes
Familia Trochilidae

<i>Colibri thalassinus</i> (Swainson)	N +
<i>Hylocharis leucotis</i> (Vieillot)	N
<i>Lampornis clemenciae</i> (Lesson)	N
<i>Selasphorus platycercus</i> (Swainson)	N +
<i>Selasphorus rufus</i> (Gmelin)	N*

Orden Piciformes
Familia Picidae

<i>Picoides scalaris</i> (Wagner)	lc
<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus)	lc
<i>Picoides stricklandi</i> (Malherbe)	lc
<i>Colaptes auratus</i> (Linnaeus)	lc

Orden passeriformes
Familia Tyrannidae

<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine	la
<i>Empidonax fulvifrons</i> (Giraud)	la +
<i>Empidonax</i> spp.	la

Familia Corvidae

<i>Cyanocitta stelleri</i> (Gmelin)	O
<i>Aphelocoma ultramarina</i> (Bonaparte)	O

Familia Paridae

<i>Parus sclateri</i> Kleinschmidt	If
------------------------------------	----

Familia Aegithalidae

<i>Psaltriparus minimus</i> (Townsend)	If
--	----

Familia Sittidae

<i>Sitta carolinensis</i> Latham	lc
<i>Sitta pygmaea</i> Vigors	lc

Familia Certhidae

<i>Certhia americana</i> Bonaparte	lc
------------------------------------	----

Familia Troglodytidae

<i>Thryomanes bewickii</i> (Audubon)	If
<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot	If

Familia Muscicapidae
Subfamilia Sulviinae

<i>Regulus satrapa</i> Lichtenstein	If
<i>Regulus calendula</i> (Linnaeus)	If*
<i>Polioptila caerulea</i> (Linnaeus)	If +

Subfamilia Silviinae

<i>Sialia mexicana</i> Swainson	O
<i>Myadestes townsendi</i> (Audubon)	O

<i>Catharus occidentalis</i> Sclater	O
<i>Turdus migratorius</i> Linnaeus	O+

Familia Ptiligonatidae

<i>Ptilogonys cinereus</i> Swainson	la +
-------------------------------------	------

Familia Vireonidae

<i>Vireo solitarius</i> (Wilson)	lf +
<i>Vireo huttoni</i> Cassin	lf

Familia Emberizidae
Subfamilia Parulinae

<i>Parula superciliosa</i> (Hartlaub)	lf
<i>Dendroica nigrescens</i> (Townsend)	lf*
<i>Dendroica townsendi</i> (Townsend)	lf*
<i>Dendroica virens</i> (Gmelin)	lf*
<i>Helmitheros vermivorus</i> (Gmelin)	lf*
<i>Wilsonia pusilla</i> (Wilson)	lf*
<i>Myioborus pictus</i> (Swainson)	la
<i>Myioborus miniatus</i> (Swainson)	la
<i>Ergaticus ruber</i> (Swainson)	lf
<i>Basileuterus belli</i> (Giraud)	lf
<i>Peucedramus taeniatus</i> (Dubus)	lf

Subfamilia Cardinalinae

<i>Pheucticus melanocephalus</i> (Swainson)	G +
---	-----

Subfamilia Emberizinae

<i>Atlapetes pileatus</i> Wagler	G
<i>Atlapetes virenticeps</i> (Bonaparte)	G
<i>Pipilo erythrophthalmus</i> (Linnaeus)	G
<i>Pipilo fuscus</i> Swainson	G
<i>Diglossa baritula</i> Wagler	N

<i>Aimophila ruficeps</i> (Cassin)	G
<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson)	G
<i>Junco phaeonotus</i> Wagler	G

Subfamilia Icterinae

<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus)	O
-----------------------------------	---

Familia Fringillidae

Subfamilia Carduelinae

<i>Carpodacus mexicanus</i> (Müller)	G
<i>Loxia curvirostra</i> Linnaeus	G+
<i>Carduelis pinus</i> (Wilson)	G
<i>Carduelis psaltria</i> (Say)	G

Apéndice B

Composición específica de las comunidades de pájaros en bosques de hoja ancha. Las densidades se dan en número de pájaros por 10 ha, y la significatividad de sus diferencias se denota mediante asteriscos (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$).

	AJUSCO		ZOQUIAPAN	
	Bosque de Encino Ago.	Sep.	Bosque de Pino-aile Ago.	Sep.
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	0.13			
<i>Colibri thalassinus</i>	7.78*	2.83		
<i>Hylocharis leucotis</i>	15.56	13.44	1.14	0.71
<i>Lampornis clemenciae</i>	0.71			0.71
<i>Selasphorus platycercus</i>				0.71
<i>Selasphorus rufus</i>	1.41	2.12		
<i>Picoides scalaris</i>	0.26	0.26		
<i>Picoides villosus</i>			0.40	1.99
<i>Picoides stricklandi</i>			0.40	
<i>Colaptes auratus</i>	1.27	0.76		

<i>Contopus pertinax</i>	1.41			0.71
<i>Empidonax fulvifrons</i>		0.71		
<i>Empidonax</i> spp.		2.12	1.41	1.41
<i>Cyanocitta stelleri</i>			1.19	1.19
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	0.51	2.29		
<i>Parus sclateri</i>		4.84	13.53	9.95
<i>Psaltriparus minimus</i>	34.66	26.88	18.30	11.14
<i>Sitta carolinensis</i>				1.19
<i>Sitta pygmaea</i>			6.37	6.37
<i>Certhia americana</i>			4.78	2.79
<i>Thryomanes bewickii</i>	4.33	3.57		
<i>Troglodytes aedon</i>			3.58	3.58
<i>Regulus satrapa</i>			0.40	
<i>Regulus calendula</i>	1.41			0.80
<i>Sialia mexicana</i>		0.51	2.39	0.40
<i>Catharus occidentalis</i>			0.40	
<i>Turdus migratorius</i>	0.76		2.39	0.80
<i>Ptilogonys cinereus</i>		0.76		
<i>Vireo huttoni</i>	0.26	0.51	1.99	1.99
<i>Parula superciliosa</i>			0.40	0.40
<i>Dendroica nigrescens</i>	2.12	2.83		
<i>Dendroica townsendi</i>		4.95	0.80	
<i>Dendroica virens</i>	1.42	3.54	1.19	1.99
<i>Helmitheros vermivorus</i>		0.26		
<i>Wilsonia pusilla</i>		4.95	0.80	
<i>Myioborus miniatus</i>			3.54	
<i>Ergaticus ruber</i>			11.14	7.56
<i>Peucedramus taeniatus</i>			1.19	3.58
<i>Atlapetes pileatus</i>			0.26	0.26
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	0.51	0.26	0.51	0.51
<i>Pipilo fuscus</i>	1.02	0.76		
<i>Oriturus superciliosus</i>				0.26
<i>Aimophila ruficeps</i>	5.86	4.33		
<i>Junco phaeonotus</i>			5.60	6.11
<i>Icterus galbula</i>		0.26		
<i>Carpodacus mexicanus</i>	0.26			
<i>Carduelis pinus</i>	0.76	2.04		
<i>Carduelis psaltria</i>	4.08			

Apéndice C

Composición específica de las comunidades de pájaros en bosques de pino. Las densidades se dan en número de pájaros por 10 ha; para significatividad estadística véase Apéndice B.

	AJUSCO		ZOQUIAPAN	
	Bosque de Encino Ago.	Sep.	Bosque de Pino-aile Ago.	Sep.
<i>Colibrí thalassinus</i>	1.99			
<i>Hylocharis leucotis</i>	11.32	7.07		
<i>Lampornis clemenciae</i>			2.83	1.41
<i>Selasphorus platycercus</i>		1.19	12.02**	2.83
<i>Selasphorus rufus</i>			0.71	
<i>Picoides villosus</i>	0.06		0.26	0.51
<i>Colaptes auratus</i>	0.26	0.32	1.02	0.51
<i>Contopus pertinax</i>	1.42	0.71	0.71	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	1.41	1.42	0.71	
<i>Empidonax spp.</i>	2.12	1.42	1.41	2.12
<i>Cyanocitta stelleri</i>		0.26	0.26	
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	0.76		0.51	
<i>Parus sclateri</i>	3.82	3.06	0.51*	8.91
<i>Psaltriparus minimus</i>	7.89	1.53		
<i>Sitta carolinensis</i>	2.39	0.40		1.42
<i>Sitta pygmaea</i>	1.59		1.42	4.95
<i>Certhia americana</i>	1.19	0.80	0.71	2.83
<i>Thryomanes bewickii</i>	0.51			
<i>Troglodytes aedon</i>	0.77	2.04	0.26	1.02
<i>Regulus calendula</i>		0.26		
<i>Sialia mexicana</i>	0.76	1.02	1.53	1.53
<i>Myadestes townsendi</i>			0.76	
<i>Turdus migratorius</i>	0.26**	4.33	1.78	0.51
<i>Vireo huttoni</i>	1.02	0.26		0.26
<i>Dendroica virens</i>		0.26		
<i>Wilsonia pusilla</i>		0.26		
<i>Ergaticus ruber</i>				0.26
<i>Peucedramus taeniatus</i>	0.26		0.26	1.02
<i>Diglossa baritula</i>	0.26		0.51	

<i>Pheucticus melanocephalus</i>	0.26			0.40
<i>Oriturus superciliosus</i>	3.98	5.97	10.74	8.36
<i>Junco phaeonotus</i>	12.73	8.75	7.13	6.37
<i>Carpodacus mexicanus</i>	1.78	0.76		
<i>Loxia curvirostra</i>	1.02			
<i>Carduelis pinus</i>		1.27	3.18	2.79

Apéndice D

Composición específica de las comunidades de pájaros en bosques de oyamel. Las densidades se dan en número de pájaros por 10 ha; para significatividad estadística véase Apéndice B.

	AJUSCO		ZOQUIAPAN	
	Bosque de Encino Ago.	Bosque de Encino Sep.	Bosque de Pino-aile Ago.	Bosque de Pino-aile Sep.
<i>Lampornis clemenciae</i>	0.71	0.71	1.41	
<i>Picoides villosus</i>	0.26	0.76	2.12	1.41
<i>Colaptes auratus</i>			0.71	
<i>Contopus pertinax</i>			0.71	
<i>Empidonax spp.</i>	0.71	2.12		
<i>Cyanocitta stelleri</i>	1.02	2.29	0.40	0.40
<i>Aphelocoma ultramarina</i>				0.40
<i>Parus sclateri</i>	22.64	20.45	20.51	12.03
<i>Psaltriparus minimus</i>	22.28	20.69	3.18	
<i>Sitta carolinensis</i>				0.71
<i>Sitta pygmaea</i>		2.83		
<i>Certhia americana</i>	2.12	2.12	2.83	4.95
<i>Troglodytes aedon</i>	3.06	1.27	3.54	2.12
<i>Regulus satrapa</i>	17.69	12.03	25.46	19.81
<i>Polioptila caerulea</i>		0.51		
<i>Sialia mexicana</i>	0.51		0.40	
<i>Catharus occidentalis</i>	0.76	0.51		
<i>Turdus migratorius</i>	3.06	2.04	0.40	
<i>Vireo solitarius</i>			0.40	
<i>Dendroica virens</i>	0.26			0.40
<i>Wilsonia pusilla</i>	0.26			

<i>Myioborus pictus</i>	0.71			
<i>Myioborus miniatus</i>				0.71
<i>Ergaticus ruber</i>	3.57	2.80	8.49	7.07
<i>Basileuterus belli</i>	0.76			
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	0.76	0.26		0.26
<i>Atlapetes pileatus</i>	0.76			
<i>Atlapetes virenticeps</i>		0.26		
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	1.27	1.78		1.28
<i>Junco phaeonotus</i>	5.35	6.11	9.20	6.37