

Espectro trófico de aves Turdidae en un bosque de *Pinus cembroides* con dos aperturas de dosel

Saúl Ugalde-Lezama¹
Luis Antonio Tarango-Arámbula^{2§}
Yessenia Cruz-Miranda¹
Uriel Marcos-Rivera³
Genaro Olmos-Oropeza²
Juan Felipe Martínez-Montoya²

¹Departamento de Suelos-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, México. CP 56230. (biologo_ugalde@hotmail.com; yessenia.cruz@gmail.com). ²Campus San Luis Potosí-Colegio de Postgraduados. Maestría en Ciencias en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. CP 78600. (olmosg@colpos.mx; fmontoya@colpos.mx). ³División de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, México. CP. 56230. (urimr-93@hotmail.com).

§Autor para correspondencia: ltarango@colpos.mx.

Resumen

Durante enero a octubre de 2014 se registraron variables de aves insectívoras Turdidae con el objeto de determinar patrones de su espectro trófico considerando sus técnicas de alimentación y dietas en un bosque de *Pinus cembroides* bajo dos condiciones de perturbación aparente en su apertura de dosel: semiconservado (BPS) y perturbado (BPP) en el área natural protegida peña alta (ANPPA). Se emplearon métodos de línea de Canfield, cuadrantes con punto central y cuadros empotrados, corte y sacudida de ramas, recuento en puntos de 25 m con búsqueda intensiva, captura con redes de niebla mediante esfuerzo constante; así como índices de abundancia relativa (IAR), frecuencia de observación (Fo); Kruskal-Wallis, correspondencias múltiples (ACM); índices de Jackknife1, Shannon-Wiener, Jaccard; pruebas de χ^2 , clúster, regresión Poisson (ARP). El IAR fue similar, Fo muestran analogía; Kruskal-Wallis no existen diferencias, ACM conformaron grupos definidos; la riqueza, diversidad y similitud promedio de los órdenes entomológicos fueron relativamente bajas; χ^2 la proporción de individuos registrados son diferentes, clúster gráficamente existen diversos grupos, ARP existe efecto de algunas variables vegetales sobre las abundancias de insectos y aves. Se lograron comprender algunos patrones de la amplitud trófica de este tipo de aves; encontrando que coadyuvan en el control biológico de ciertos componentes entomológicos que pudieran tornarse perjudiciales y plagas forestales de estos bosques; generando conocimiento básico sobre el papel que juega la apertura del dosel en la presencia de presas; sin embargo, parece no tenerlo sobre las abundancias avifaunísticas en esta región particular de México.

Palabras clave: avifauna insectívora, coexistencia trófica, dietas, técnicas de cacería.

Recibido: enero de 2019

Aceptado: abril de 2019

Introducción

La familia Turdidae, perteneciente al orden Paseriforme, está conformada por más de 300 especies de aves, de características homogéneas, omnívoras, predominantemente diurnas entre residentes y migratorias, con distribución cuasi cosmopolita, siendo África y Eurasia los sitios con mayor diversidad seguidos por América del sur (Meller, 2013). Los recursos tróficos, así como la captura y consumo de éstos normalizan la coexistencia de los organismos (Bó *et al.*, 2007). En aves la morfología parece estar evolutivamente asociada con la selección del hábitat, permitiendo en algunos casos conocer los mecanismos de segregación entre diversos gremios (Hernández *et al.*, 2017).

En algunas especies de aves insectívoras, las variaciones en la disponibilidad de alimento parecen estar relacionadas con los patrones fenológicos migratorios que realizan hacia los trópicos, por lo que la estructura, conformación, distribución y ecología trófica de las comunidades avifaunísticas fluctúan estacionalmente (Michalski *et al.*, 2011). La distribución vertical y horizontal de algunas comunidades entomológicas están influenciadas por la fisonomía vegetal existente (Wen *et al.*, 2016).

Siendo los insectos alimento de múltiples depredadores, entre ellos las aves, mismas que han adquirido técnicas de cacería que van desde el vuelo, hasta la excavación mediante la utilización del pico (Norris y Martin, 2012) para optimizar su alimentación, algunas especies han utilizado la partición de recursos para poder coexistir (Lovette y Hochachka, 2006). Se han realizado estudios relacionados con aspectos tróficos y dietas en aves como el de Quilarque *et al.* (2010); sin embargo, no relacionaron las técnicas de cacería con patrones morfológicos para explicar el consumo de presas.

México alberga siete géneros y 26 especies de aves de la Familia Turdidae (Navarro y Gordillo, 2006) distribuidas desde selvas hasta ecosistemas áridos y semiáridos, particularmente bosques templados; sin embargo, sus bosques presentan diversos procesos de degradación ecológica, mismos que alteran los patrones en la distribución, abundancia y composición de especies (Almazán-Núñez *et al.*, 2009).

Un importante remanente de bosque de *Pinus cembroides* (Zucc.) se distribuye en el área natural protegida Peña Alta (ANPPA), la cual no está exenta de perturbaciones de diversa índole que influyen en la dinámica y fisonomía vegetal de sus rodales forestales, eliminando enemigos naturales de algunos insectos provocando su proliferación, incluso convirtiéndolos en especies perjudiciales y plagas, alterando con ello, patrones en los diversos niveles tróficos del sistema (Badii y Abreu, 2006).

El ANPPA sostiene 134 especies de aves (IEEG, 2002) de las cuales la familia Turdidae está representada por cuatro especies: *Catharus guttatus*, *Sialia mexicana*, *Sialia sialis* y *Turdus migratorius*, mismas que son de vital importancia puesto que influyen directa e indirectamente en el mantenimiento del equilibrio ecológico, incorporándose y regulando diversos flujos de energía del sistema; sin embargo, dichas especies adquieren relevancia por ser de hábitos alimenticios frugívoro-insectívoro (Flores y Galindo-González, 2004) ya que ayudan a la dispersión de semillas y propagación vegetativa, así como al control biológico de insectos.

A pesar de su valor comercial, recreativo, ético, estético, científico, aportación a la estructura de los ecosistemas, eficiencia como indicadores biológicas y específicamente el rol ecológico que desempeñan en el área de estudio asociado a su potencial amplitud trófica, es aún desconocido en bosques que exhiben diferentes condiciones de apertura de dosel resultado de diversos eventos de perturbación. El objetivo de la investigación fue determinar patrones del espectro trófico de aves insectívoras Turdidae considerando técnicas de alimentación y componentes entomológicos registrados en las dietas asociados a sus características morfológicas (grasa corporal, estructura, cráneo y pico) en un bosque de *P. cembroides* bajo dos condiciones de perturbación aparente en su apertura de dosel: semiconservado (BPS; en 85%) y perturbado (BPP; con 55%) del ANPPA.

Materiales y métodos

El bosque de *P. cembroides* (Zucc; Rzedowski, 2006) bajo estudio se localiza en la parte sur del ANPPA, en las coordenadas 21° 27' 30.6" latitud norte y 100° 59' 6.5" latitud oeste, entre las cotas de los 2 147 a 2 332 msnm (IEEG, 2002) en donde se eligieron dos condiciones de perturbación aparente en su apertura de dosel: BPS con 35.48 y BPP con 82.01 ha.

El diseño de muestreo implementado fue el sistemático con elección aleatoria de las unidades de elección (UEI's); Cochran (1977), estableciéndose 11 (BPS) y 14 (BPP) UEI's de 0.5 ha cada una, con el objetivo de obtener el número promedio de aves e insectos que son presa en cada una de ellas (Figura 1).

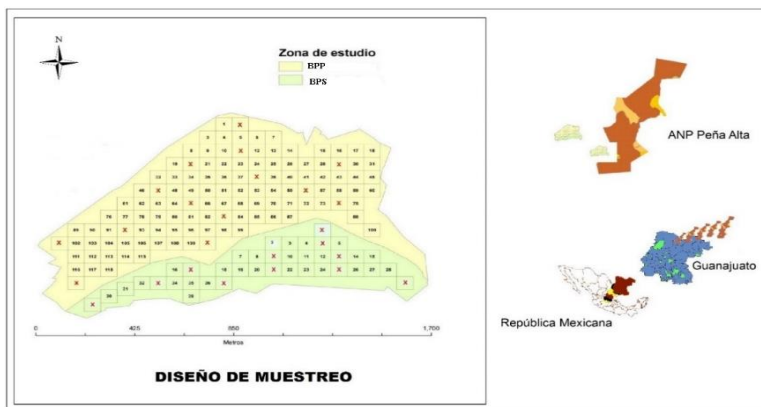


Figura 1. Localización del área de estudio y diseño de muestreo en BPS y BPP del ANPPA.

Las variables se registraron mensualmente durante enero a octubre de 2014, excepto la vegetación solo en: enero, mayo y septiembre; los esquemas de seguimiento se establecieron en base al diseño de muestreo y en periodos de un día para cada condición, ejecutándose paralelamente uno de otro. Las variables del hábitat se registraron con línea de Canfield en función de su longitud de ocupación porcentual sobre cada línea (Canfield, 1941).

El seguimiento de la vegetación arbórea usando cuadrantes con punto central (Cottam y Curtis, 1956) y arbustivas con Cuadros Empotrados (Oosting, 1956). La identificación de especies vegetales se realizó en el herbario 'CHAP' de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). El registro de insectos con corte y sacudida de ramas (Schowalter, 1994), obteniendo muestras

entomológicas del follaje en donde las aves exhibían alguna técnica de alimentación (Johnson *et al.*, 2005) mismas que se identificaron en el Colegio de Postgraduados y la UACH, en donde se obtuvo una colección de referencia de presas (Gámez-Virués *et al.*, 2007).

Las técnicas de alimentación (Remsen y Robinson, 1990) y componentes entomológicos en las dietas (Rosenberg y Cooper, 1990) de Turdidae en ambas condiciones (BPS y BPP) fueron obtenidos mediante: A) Recuento en puntos con radio fijo de 25 m con búsqueda intensiva (mixto; Ralph *et al.*, 1996), usando binoculares de 25 x 50 m (Bushnell) y B). Captura por redes de niebla mediante esfuerzo constante (Hutto *et al.*, 1986), conteniendo físicamente al ave para registrar su morfometría y obtener su excreta por estrés fisiológico, misma que se colocó en alcohol 70% (Whitaker, 1988). En ambos casos, la identificación se realizó con guías de campo para aves de México y Norteamérica.

Se implementaron de manera paralela por ser complementarios e incrementar la probabilidad de detección en aves que son quietas, silenciosas y conspicuas, disminuyendo el sesgo en su identificación a través del canto, dado que pudieron ser buscadas y ubicadas visualmente (Karr, 1981).

La preferencia con que las aves ocurrieron en ambas condiciones para: técnicas de alimentación, uso y estructuras de sustratos insectos que conforman sus dietas (excretas, a nivel de orden, familia) se estimó con el índice de frecuencia de observación (Fo), Antúnez-Ruiz *et al.* (2016), modificado para la presente en cada caso de análisis, graficándose comparativamente en Microsoft Excel (2016).

Diferencias en las frecuencias de aves registradas para ambas condiciones por: técnicas de alimentación, uso y estructuras de sustratos, morfología de las aves, componentes entomológicos registrados con corte y sacudida de ramas (tallas) e insectos que conforman sus dietas (excretas, tipo), fueron determinadas con Kruskal-Wallis (Zar, 1999) en JMP IN v.14.0.1 (2018). La asociación gráfica, en ambas condiciones, entre las aves y sustratos de alimentación, tipos y familias de insectos consumidos, su morfología, se estableció mediante análisis de correspondencias múltiples para datos categóricos (ACM; Greenacre, 2002) en Xlstat v.2018.5 (Addinsoft, 2018).

La riqueza, diversidad y similitud entomológicas promedio registradas en las dietas de las aves, para Ambas condiciones, se estimó analizando los órdenes (asumidos como especies) de insectos registrados por muestreo mediante Jacknife de primer orden (Jacknife1), Shannon-Wiener, Jaccard, respectivamente (Magurran, 2004) empleando EstimateS 9.1.0 (2018) y Microsoft Excel (2016).

Para inferir si la proporción de aves es la misma en Ambas condiciones para: técnicas de alimentación, uso y estructuras de sustratos, su morfología, componentes entomológicos (tallas, tipos) que conforman sus dietas, se desarrollaron pruebas de χ^2 (Agresti *et al.*, 1990) en JMP IN v.14.0.1 (2018).

Diferencias graficas en la riqueza entomológica (considerando a las familias como especies) registrada en las dietas de aves, para ambas condiciones, fueron determinadas mediante análisis Clúster considerando la distancia Euclidiana (Hair *et al.*, 1999) en Xlstat v.2018.5 (Addinsoft, 2018).

La asociación, en ambas condiciones, entre las variables (Y): aves (observadas), insectos (corte y sacudida de ramas), aves capturadas y las variables de la vegetación (x_i) se infirió con regresión Poisson, usando modelos lineales generalizados, procedimiento de selección de variables y el criterio Akaike (AIC) González-Oreja (2003) en R v.3.5.1 (R, 2018). En todos los análisis se utilizó $\alpha= 0.05$.

Resultados y discusión

Las Fo exhiben gráficamente las tendencias en las preferencias porcentuales con que las aves Turdidae ocurrieron en cada una de las variables de interés para ambas condiciones (Figura 2).

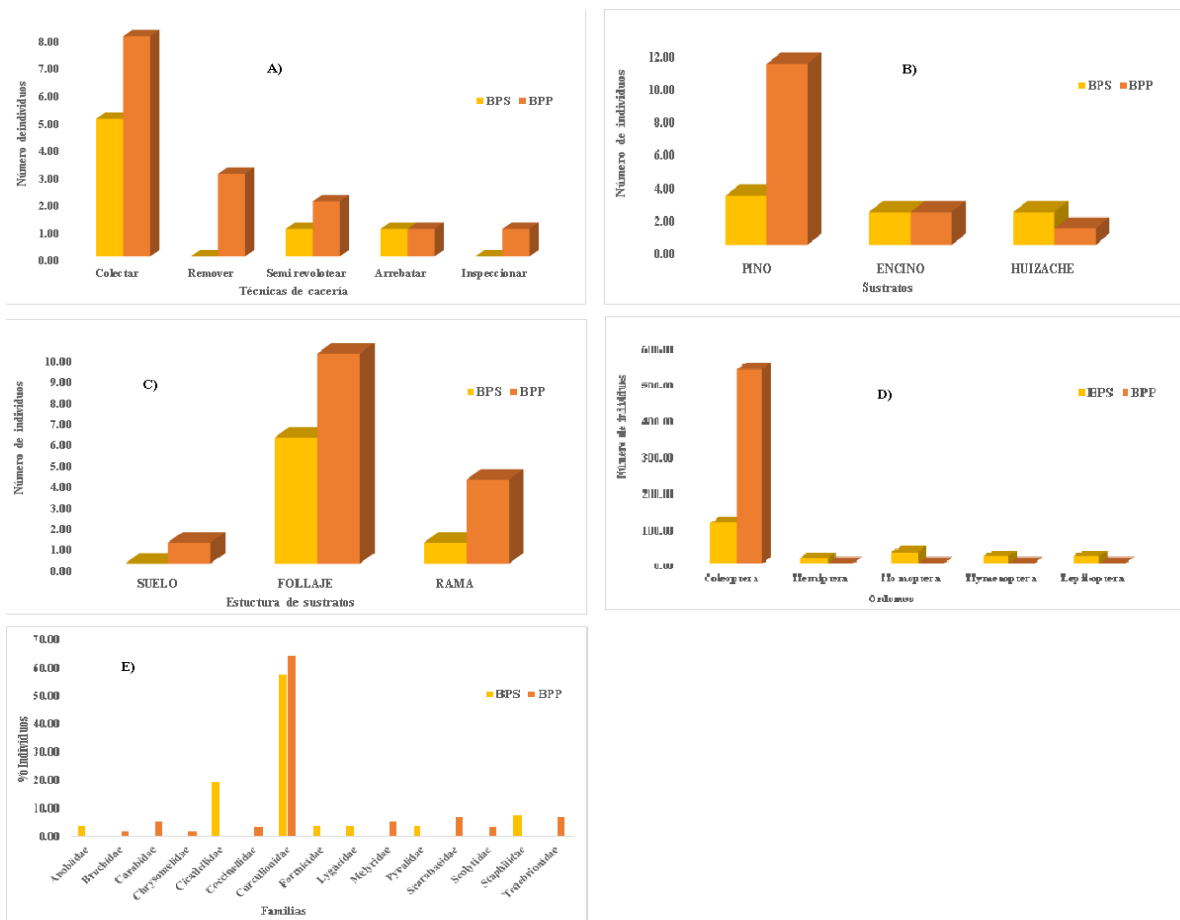


Figura 2. Fo de: A) técnicas de alimentación; B) uso; C) estructuras de sustratos, insectos que conforman sus dietas excretas; D) orden; y E) familia, para ambas condiciones del ANPPA.

Los Kruskal-Wallis permiten evidenciar que no existen diferencias significativas en cada una de las variables de interés, por lo cual, no se rechaza $H_0: B_1= B_2$, a un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$ (Cuadro 1) por lo que se concluye que estas son similares en cada caso para ambas condiciones.

Cuadro 1. Resultados de Kruskal-Wallis para ambas condiciones del ANPPA.

Análisis	Ji cuadrada	Grados de libertad	Prob> Ji cuadrado
Técnicas de alimentación	0.9136	1	0.3392
Uso	0.0119	1	0.0931
Estructuras de sustratos	0.3923	1	0.5311
Morfología de aves	0.0528	1	0.8182
Tallas de insectos	0	1	1
Tipos de insectos	0.75	1	0.3865

Los ACM muestran asociación gráfica entre las variables bajo estudio (las dos primeras dimensiones, dan cuenta de la inercia total), se puede evidenciar la conformación de grupos bien definidos en cada una las variables de interés para cada caso de análisis en ambas condiciones (Figura 3).

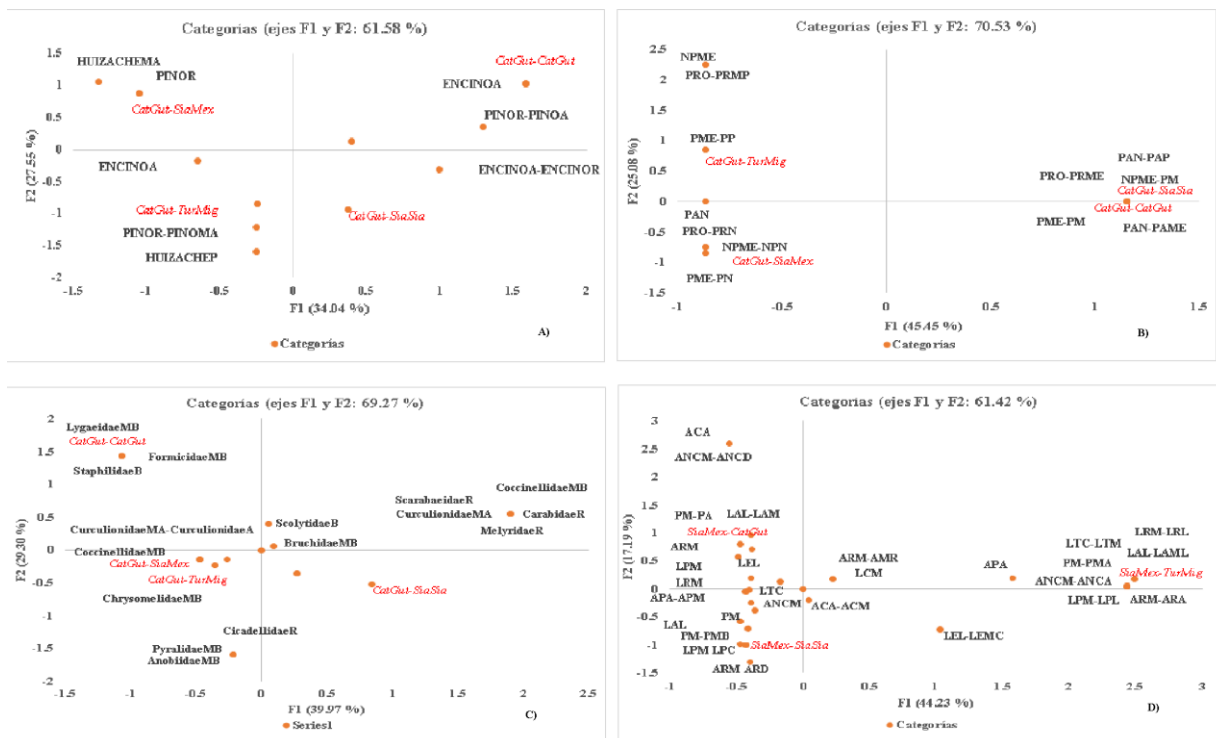


Figura 3. Representación gráfica del ACM, muestra la asociación entre las aves. A) sustratos de alimentación; B) tipos; C) familias de insectos consumidos; y D) su morfología, para ambas condiciones del ANPPA. Códigos para sustratos: poco (P); regular (R); alto (A); muy alto (MA); tipos de insectos= nada (N); muy poco (MP); medio (Me); mucho (M); medio. Siglas= plaga (P); no plaga (NP); predador (Pr); parásito (PA); familias de insectos: nulo (N); muy bajo (MB); bajo (B); regular (R); alto (A); muy alto (MA); morfología: peso (P); longitud del ala (LA); longitud envergadura (LE); longitud total (LT); ancho cuerpo (AC); longitud del pico (LP); ancho de pico (AP). Aves: *Catharus guttatus* (CatGut), *Sialia mexicana* (SiaMex), *Sialia sialis* (SiaSia) y *Turdus migratorius* (TurMig). Existen combinaciones de categorías.

El estimador de Jackknife1 para ambas condiciones mostró que el número promedio de especies (órdenes entomológicos) exhibe un incremento en la curva de rarefacción. Shannon-Wiener presentó un valor de diversidad entomológica (órdenes de insectos) promedio de $H' = 1.8$, se pueden apreciar diferencias entre BPS y BPP. Jaccard evidencia una similitud de 36% (Figura 4).

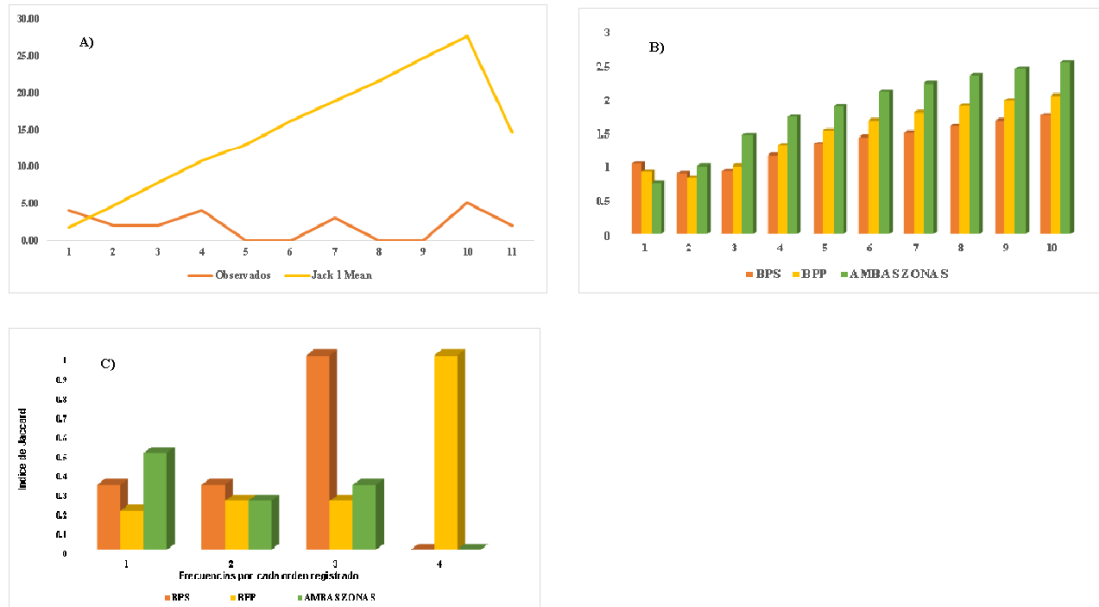


Figura 4. Resultados. A) Jackknife1; B) Shannon-Wiener; y C) Jaccard para órdenes entomológicos (asumidos como especies) registrados por muestreo para ambas condiciones del ANPPA.

Las χ^2 sugieren que los valores obtenidos fueron menores a los valores de contraste, lo que sugiere que la proporción de individuos registrados para aves Turdidæ son estadísticamente diferentes; es decir, los valores observados son diferentes a los esperados para cada variable de interés (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de χ^2 para Ambas condiciones del ANPPA.

Análisis	N	gl	R ² (U)	Ji ² (Pearson)	Prov> ji ² (Pearson)	χ^2 de tablas (Pearson)
Técnicas de alimentación	22	5	0.1143	4.268	0.5091	11.0705
Uso	10	4	0.1586	3.333	0.5037	9.4877
Estructuras de sustratos	12	4	0.1452	3.143	0.5342	9.4877
Morfología	22	21	0.2242	22	0.3995	32.6706
Tallas de insectos	8	7	0.3333	8	0.3326	14.0671
Tipos de insectos	8	7	0.3333	8	0.3326	14.0671

Los Clúster muestran el dendograma resultante de la clasificación para familias de insectos (concebidas como especies) registradas en las dietas de aves, mismo que evidencia la conformación de varias amalgamaciones, nótese la rotura de escala en el eje de disimilitud (Figura 5).

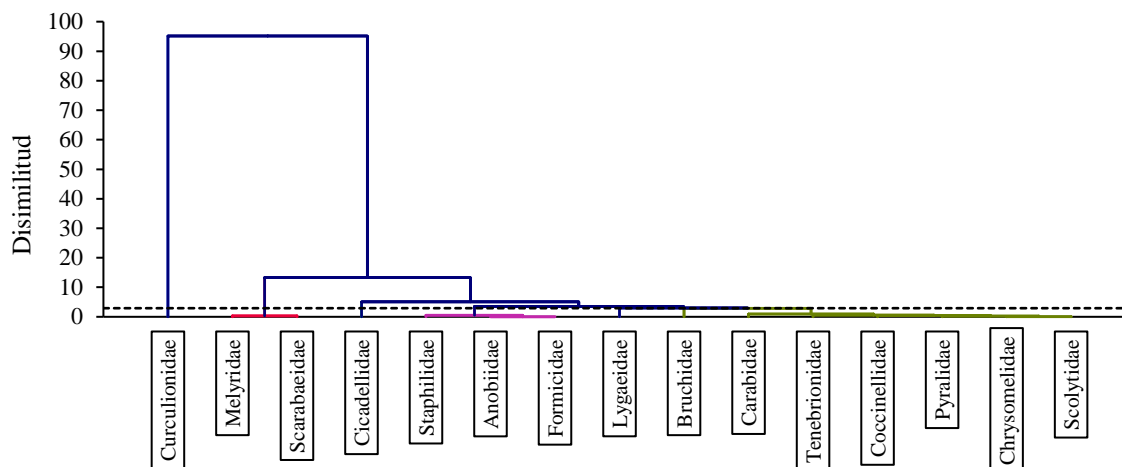


Figura 5. Clasificación para familias (especies) de insectos registradas en las dietas de Turdidae, realizado sobre la matriz de similitud de su incidencia para ambas condiciones del ANPPA.

Los ARP (Cuadro 3) muestran algunas variables (x_i) de la vegetación que tuvieron cierto efecto (en términos de coeficientes estadísticamente significativos) sobre cada (Y) de interés, para cada caso de análisis; con su respectivo AIC, el cual denotó el mejor ajuste del GLM en cada uno de ellos.

Cuadro 3. Resultados del ARP mediante modelos GLM para Ambas condiciones del ANPPA.

Coefficients	Estimate	Std. error	z value	Pr(> z)
Frecuencias de las aves Turdidae (observación)				
(Intercept)	0.77259	0.20268	3.812	0.000138
Alth	1.56871	0.58951	2.661	0.00779
Coba1	2.54733	0.49874	5.108	3.26E-07
Coba2	-1.22492	0.45211	-2.709	0.006742
Cuadrante	-0.23797	0.07795	-3.053	0.002267
Núm. de individuos de insectos (corte y sacudida de ramas)				
(Intercept)	-2.186819	1.007184	-2.171	0.02991
Altfustelimpio	0.055407	0.026445	2.095	0.03616
Coba2	26.206683	2.929844	8.945	< 2e-16
Cobar1	-0.109207	0.024039	-4.543	5.55E-06
Cobar2	0.192335	0.021393	8.99	< 2e-16
Cobh1	-25.088683	4.809564	-5.216	1.82E-07
Cobh2	57.820814	5.635687	10.26	< 2e-16
Diama	-55.573266	4.779572	-11.627	< 2e-16
Dist	0.096708	0.014878	6.5	8.02E-11
Fecha	-0.258311	0.051035	-5.061	4.16E-07
N. indveg	-1.600049	0.136182	-11.749	< 2e-16
No. ramas	0.052769	0.010491	5.03	4.91E-07
Punto	-0.007282	0.001678	-4.341	1.42E-05
(%) hojasmuevasxrama	0.034107	0.012639	2.699	0.00696
(%) hojasmuevasxrama	0.055981	0.014076	3.977	6.98E-05

Coefficients	Estimate	Std. error	z value	Pr(> z)
Núm. de individuos de aves Turdidae por sexo				
(Intercept)	1.827685	0.146741	12.455	< 2e-16
Coba2	0.896276	0.281814	3.18	0.00147
(%) hojasmuevasxrama	-0.018168	0.002475	-7.342	2.11E-13
(%) hojasmviejasxrama	-0.018109	0.003359	-5.392	6.97E-08
Núm. de individuos de aves Turdidae por edades				
(Intercept)	1.482553	0.142001	10.44	< 2e-16
Coba2	1.041351	0.220541	4.722	2.3376E-06
Punto	0.005679	0.001869	3.039	0.00238
(%) hojasmuevasxrama	0.019117	0.002121	-9.012	< 2e-16
(%) hojasmviejasxrama	0.016094	0.002746	-5.86	4.62E-09
Núm. de individuos de aves Turdidae por condición corporal o grasa				
(Intercept)	1.77935	0.160919	11.057	< 2e-16
Alta	0.963289	0.370774	2.598	0.00938
(%) hojasmuevasxrama	-0.018845	0.00268	-7.032	2.04E-12
(%) hojasmviejasxrama	-0.019644	0.002969	-6.617	3.66E-11

Nota= coeficientes ($p < 0.05$) de los ARP, obtenidos mediante un logaritmo como función de vínculo entre Y y x_i ; con AIC= 364.14, 1894.2, 305.45, 507.46, 319.12, respectivamente.

Las tendencias en la abundancia pueden estar asociadas a la disponibilidad de recursos alimenticios y fisonomía vegetal, específicamente en los planos vertical y horizontal, mismos que aparentemente son diferentes (a nivel de dosel) en las condiciones evaluadas, a lo cual MacArthur y Levins (1964) señalan que dichos factores condicionan el establecimiento de diversas comunidades y gremios tróficos faunísticos debido a los recursos que proporcionan; particularmente a las aves insectívoras; incluso Murdoch *et al.* (1972) han evidenciado una estrecha relación entre la diversidad de Homópteros, la cantidad de estratos y la composición florística.

Sin embargo, la condición de apertura en el dosel pareció no tener un efecto sobre estas, según Arguedas y Céspedes (2014) dichas aves pueden establecerse en este tipo de sistemas en función de las presas disponibles para su consumo, pese a la presión antrópica que ciertos bosques reciben, tal como lo sugieren los registros de aves para la presente, cuyas tendencias son similares a las registradas en ambientes adversos, como lo reportan Almazán-Núñez *et al.* (2009) para bosque de pino-encino a diferentes condiciones sucesión ecológica, esto soporta la idea planteada por Platt *et al.* (1984) quienes señalan que la abundancia suele utilizarse para hacer interpretaciones ecológicas del estado que guardan los ecosistemas ya que es más sensible a distorsiones ambientales, incluso que la riqueza de especies por sí sola, por lo cual, esta podría potencialmente ser afectada positiva o negativamente, en función del grado de perturbación o disturbio que dicho sistema exhiba, así en la presente, las sinonimias en dicho estimador pudieron deberse a lo reportado por Stiles (1978) quien menciona que la complejidad estructural y la composición florística determinan los sustratos de forrajeo, así como la disponibilidad de alimento, específicamente en áreas con diferentes gradientes de perturbación, las cuales según Lambert (1992) son más preferidas por especies oportunistas y generalistas.

Los registros para comportamientos alimenticios mostraron que las aves evaluadas pueden coexistir, debido a que de manera gregaria o solitaria, durante su alimentación utilizan varias técnicas de captura de presas sobre los diferentes sustratos vegetales, de esta manera, Fandiño *et al.* (2010) señalan que dicho grupo taxonómico realiza una adecuada partición de recursos, lo que les permite disminuir la segregación trófica; así, las estrategias para su conservación en las condiciones analizadas deberán centrarse al mejoramiento de hábitat, promoviendo un mayor número de nichos de alimentación.

Sainz-Borgo (2015) sugiere contemplar la conducta alimenticia de la avifauna y su ocurrencia sobre la vegetación. Esto es imperativo, ya que la disponibilidad de estratos vegetales influye sobre la presencia de ciertas larvas e insectos presa y por ende sobre la etología trófica de las aves. En este sentido, la altura a la que se alimentaron dichas Turdidae determinó la distribución de sus presas y consecuentemente el despliegue de sus técnicas de alimentación, como lo mencionan Latta y Wunderle (1998) encontrando que algunas especies de avifaunísticas se alimentan en transiciones de ciertos estratos y sustratos, por lo que dichos factores permiten la separación de nichos ecológicos, tal como lo reporta Nocedal (1984) quien manifiesta que dicha utilización en bosques templados es selectiva a diferentes estructuras de diversos sustratos, incluyendo el dosel (follaje), lugar desde donde las especies estudiadas ubicaron a sus presas y definieron qué técnica de alimentación exhibir.

En este contexto, Ostrand (1999) soporta que éstas eventualmente forman grupos de alimentación que funcionan como indicadores catalíticos; es decir, muestran a otras especies la ubicación de áreas con alta densidad de presas, mismas que atraen a diversos depredadores que interactúan entre sí, estableciendo estrategias de alimentación que les permite asegurar su permanencia y desplazar tróficamente a otras que no son capaces de competir por el mismo recurso. Esto concuerda con Mills (1998) quien menciona que dicha conducta explica el reclutamiento visual mediante el cual, los individuos que emplean técnicas prolongadas de alimentación atraen a otros por lo que dicho gregarismo, según Guariguata y Kattan (2002) promueve el establecimiento de gremios que demandan recursos semejantes, esto explica parte de la coexistencia trófica en las aves evaluadas.

Las técnicas de alimentación exhibidas parecen estar asociadas a la morfología que presentaron las aves analizadas, lo cual es explicado por Chávez *et al.* (2012) quienes sugieren que la morfometría del pico y patas son determinantes para la adquisición de presas, de igual forma Pyke *et al.* (1977) puntualizan que los depredadores evitan un gasto energético excesivo al obtener presas cercanas que les reditúan la energía suficiente para sus funciones fisiológicas vitales. De esta manera, las técnicas de alimentación registradas en la presente son similares a lo reportado por Adamík y Korňan (2004) quienes señalan que en algunas aves, el comportamiento trófico más común es el de coleccionar.

En contraste, Somasundaram y Vijayan (2008) sugieren que otras no necesariamente insectívoras, sostienen dietas más versátiles, lo que explica una menor utilización de otras técnicas para nichos tróficos más específicos, mismas que les permiten establecerse durante casi todo el año, debido a que estacional y fenológicamente pueden obtener diversas larvas e insectos, sobre y debajo de los sustratos, empleando diversas técnicas de alimentación, con lo que disminuyen las interacciones ecológicas negativas, promoviendo su coexistencia alimentaria.

Los sustratos y sus estructuras más utilizadas en la presente por las aves evidenciaron que estas coexisten debido a que presentan una asociación con diversos sustratos de alimentación; sin embargo, esto parece responder a la dominancia de pináceas, conducta alimenticia y morfometría de las aves, mismas que proveen algunas ventajas para aprovechar nichos tróficos específicos, esto es soportado por Becerra y Grigera (2005) quienes reportan la utilización de diversos sustratos basados en su disponibilidad, mismos que les proveen de alimento durante todo el año. La plasticidad trófica exhibida por estas aves mostró cómo optimizaron su ecología trófica en función de la utilización de distintos sustratos y estructuras de ellos portadores de alimento, ajustando sus técnicas de cacería; no obstante, el sustrato más empleado parece responder de manera similar a lo reportado por Somasundaram y Vijayan (2008) quienes aseguran que este nicho trófico, no solo les provee de alimento, sino que además les brinda protección y cobertura.

Sin embargo, Lešo y Kropil (2007) señalan que en otras regiones existen sustratos y estructuras que les pueden brindar recursos entomológicos en mayor cantidad y mejor calidad energética, los sustratos registrados juegan un papel estacionalmente preponderante sobre las técnicas de alimentación registradas; debido a que les proporcionó, de manera gregaria, mayor número de presas energéticamente más redituables y de diferente tipo como lo sugieren Albrecht y Gotelli (2001), lo que explica la presencia de aves especialistas y generalistas en la utilización de hábitats perturbados.

Las tendencias en el consumo de insectos por talla y tipo coinciden parcialmente con lo publicado por Rosas-Espinoza *et al.* (2008) quienes señalan que algunas especies de aves consumen insectos perjudiciales o posiblemente considerados plagas forestales, por lo que coadyuvan en su control biológico vía depredación; es imperativo señalar que los registros de insectos en las dietas de Turdidae para la presente, podrían ser explicados considerando los procesos fisiológicos de digestión de cada especie y el tiempo de consumo previo a la obtención de las excretas y su relación con el tipo y tamaño de presas consumidas, por lo que la presencia de estas aves en el ANPPA tiene un efecto controlador de ciertas poblaciones de insectos plaga como lo sugiere Gámez-Virúés *et al.* (2007).

La condición de las aves evidenció un uso diferencial en la procuración de recursos alimenticios, técnicas de alimentación, consumo y aprovechamiento de insectos entre sexos; es decir, sus estructuras morfológicas estuvieron adaptadas a los taxas y tamaños de los insectos que consumieron, por lo que evolutivamente el pico es la adaptación clave en el consumo de presas, ligeras variaciones en sus dimensiones influyen en la tasa de ingestión, al igual que el tipo y longitud de las patas, determinan el consumo de diversos recursos alimenticios sobre variados sustratos como lo sugiere Montaldo (2005) sobre morfometría de aves y su relación con el consumo de alimento.

Dichos patrones han sido demostrados en aves frugívoras; en las que la morfología del pico y otras estructuras dependen del tamaño, forma, textura y tipo de alimento consumido y viceversa, por ello, los resultados de la presente soportan lo señalado por Levey y Stiles (1994) quienes señalan que dichas estructuras son adaptaciones clave, por lo que su tamaño, forma y fortaleza afectará su dieta, como sucedió en este estudio entre la morfología de aves y el consumo de insectos de diversas tallas.

El estrés fisiológico de las plantas pudo incrementar la presencia de aminoácidos y por ende la proliferación de insectos plaga, mismos que progresivamente diezman la densidad foliar, favoreciendo la apertura del follaje y la penetración de la luz, provocando un incremento en los sustratos vegetales disponibles para insectos fitófagos, aunado a ello, las fluctuaciones diurnas en temperatura ejercen efecto en la dinámica de insectos (son poiquiloterms) por lo tanto, en las aves insectívoras. Los insectos en la presente dependieron de diversos eventos del ANPPA determinados por su estructura y composición florística, como lo indican Medianero *et al.* (2003) basados en principios sobre diversidad, estructura y microclimas para insectos.

Conclusiones

Las técnicas de alimentación, uso y estructuras de sustratos utilizados por las Turdidae fueron diferenciales. Los componentes entomológicos que conforman sus dietas y la morfometría fueron semejantes. Existe efecto de algunas variables de la vegetación sobre los insectos y aves. Se determinaron patrones de su coexistencia trófica en dos condiciones de apertura del dosel del ANPP, específicamente el papel de la perturbación sobre el dosel en la presencia de insectos presas, dicha avifauna resulta relevante ya que dentro de su espectro trófico consumen insectos perjudiciales y plaga, coadyuvando en el control biológico ciertos grupos entomológicos forestalmente indeseables.

Literatura citada

- Adamík, P. and Korňan, M. 2004. Foraging ecology of two bark foraging passerine birds in an old-growth temperate forest. *Ornis Fennica* 81:13-22.
- Addinsoft, S. A. R. L. 2018. XLSTAT software, versión 2018.5. Addinsoft, Paris, France. <https://www.xlstat.com/en/training/xlstat-version-2018-5>.
- Agresti, A.; Mehta, C. R. and Patel, N. R. 1990. Exact inference for contingency tables with ordered categories. *J. Am. Statistical Association*. 85(410):453-458.
- Albrecht, M. and Gotelli, N. J. 2001. Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. *Oecología*, 126:134-141.
- Almazán-Núñez, R. C.; Puebla-Olivares, F. y Almazán-Juárez, Á. 2009. Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25(1):123-142.
- Antúnez-Ruiz, G.; Ugalde-Lezama, S.; Tarango-Arámbula, L. A.; Lozano-Cavazos, E. A.; Cruz-Miranda, Y. y Rafael-Valdez, J. 2016. Abundancia y densidad de zorros chilla (*Pseudalopex griseus* Gray, 1837) y culpeo (*Pseudalopex culpaeus* Molina, 1782) en una formación xerófila. *Agroproductividad*. 9(9):77-83.
- Arguedas, J. C. V. y Céspedes, J. V. 2014. Avifauna del Caribe sur asociada a ecosistemas alterados en Limón, Costa Rica. *UNED Res. J.* 6(2):187-196.
- Badii, M. H. y Abreu, J. L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas (biological control a sustainable way of pest control). *Daena. Inter. J. Good Consc.* 1(1):82-89.
- Becerra, S. R. M. y Grigera, D. 2005. Dinámica estacional del ensamblaje de aves de un bosque Norpatagónico de Lengua (*Nothofagus pumilio*) y su relación con la disponibilidad de sustratos de alimentación. *Hornero*. 20(2):131-139.

- Bó, M. S.; Baladrón, A. V. y Biondi, L. M. 2007. Ecología trófica de falconiformes y strigiformes: tiempo de síntesis. *El Hornero*. 22(2):97-115.
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry*. 39(4):388-394.
- Chávez-Villavicencio, C.; Sáenz-Bolaños, C. y Spínola-Parallada, M. 2012. Segregación en aves insectívoras con base en morfometría del pico y la longitud total. Huaraz, Perú. 5(1):60-67.
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling techniques*. New York, USA. John Wiley and Sons. 448 p.
- Cottam, G. and Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*. 37(3):451-460.
- EstimateS for Windows runs under Windows 8. 2018. Versión 9.1.0.
- Fandiño, B.; Berduc, A. J. y Beltzer, A. H. 2010. Ensamblajes de aves de bosques nativos y exóticos en la estación reproductiva de un área protegida en el espinal de Entre Ríos, Argentina. *Ornitología Neotropical*. 21:1-16.
- Flores, P. R. y Galindo-González, J. 2004. Abundancia y diversidad de aves depredadoras de semillas de *Pinus teocote* Schl. et Cham. *In: hábitats contrastantes de Veracruz, México*. *Foresta Veracruzana*. 6(2):47-53.
- Gámez-Virués, S.; Ronald, S. B.; Geoff, M. G.; Cilla, K.; Anantanarayanan, R. and Helen, I. N. 2007. Arthropod prey of shelterbelt-associated birds: linking faecal samples with biological control of agricultural pests. *Australian J. Entomol.* 46(4):325-331.
- González-Oreja, J. A. 2003. Aplicación de análisis multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con passeriformes montanos no forestales. *Ardeola*. 50(1):47-58.
- Greenacre, M. J. 2002. Correspondence analysis of the Spanish National Health Survey. *Gaceta Sanitaria*. 16(2):160-170.
- Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. 2002. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. 619 p.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. I. y Black, W. 1999. *Análisis Multivariante*. 5 (Ed.). Editorial Prentice Hall. Madrid. 768 p.
- Hernández, C. R.; Zerrato, J. J. G.; Ospina, J. F. C. y García, O. E. M. 2017. Variación morfométrica en el ensamblaje de aves Passeriformes presentes en dos zonas de bosque tropical con diferente grado de perturbación. *Rev. Cienc.* 20(2):125-137.
- Hutto, R. L.; Pleschet, S. M. and Hendricks, P. 1986. A fixed-radius point count method for non-breeding and breeding season use. *The Auk*. 103:593-602.
- IIEG. 2002. Programa de manejo del Área Natural Protegida Peña Alta. Instituto de Ecología del estado de Guanajuato (IIEG). PDOEG. el 10-09-2002. Guanajuato, México. 27-43 pp.
- JMP IN: Statistics for the Apple Macintosh. 2018. *Statistics and graphics guide*. Version 14.0. 1. Academic SAS Institute Inc., Cary, North Carolina. <https://support.sas.com/downloads/package.htm?pid=2323>.
- Johnson, M. D.; Sherry, T. W.; Strong A. M. and Medori, A. 2005. Migrants in neotropical bird communities: an assessment of the breeding currency hypothesis. *J. Animal Ecol.* 74(2):333-341.
- Karr, J. R. 1981. Surveying bird with mist nets. *In: Ralph, C. J. and Scott, J. M. (Eds.): estimating numbers of terrestrial birds*. *Stud. Avian Biol.* 6:62-67.
- Lambert, F. R. 1992. The consequences of selective logging for Bornean lowland forest birds. *Philos T Roy Soc B*. 335:443-457.

- Latta, S. C. and Wunderle, J. M. Jr. 1998. The assemblage of birds foraging in Native West Indian Pine (*Pinus occidentalis*) forests of the Dominican Republic during nonbreeding season. *Biotropica*. 30(4):645-656.
- Lešo, P. and Kropil, R. 2007. A comparison of three different approaches for the classification of bird foraging guilds: an effect of leaf phenophase. *Folia Zool.* 56(1):51-70.
- Levey, D. J. and Stiles, F. G. 1994. Birds: ecology, behavior, and taxonomic affinities. *In*: McDade, L. A.; Bawa, K. S.; Hespdenheide, H. A. and G. S. Hartshorn, G. S. (Eds.) 1994. *La selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest.* University of Chicago Press. Chicago, USA. 217-228 pp.
- Lovette, I. J. and Hochachka, W. M. 2006. Simultaneous effects of phylogenetic niche conservatism and competition on avian community structure. *Ecology*. 87(7):S14-S28.
- MacArthur, R. H. and Levins, R. 1964. Competition, habitat selection and character displacement in a patchy environment. *Proc N A S Zool.* (51):1140-1207.
- Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity.* Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 256 pp.
- Mahon, T. E. 1992. The role of Marbled Murrelets in mixed-species feeding flocks in British Columbia. *Wilson Bulletin.* 104(4):738-743.
- Medianero, E.; Valderrama, A. y Barrios, H. 2003. Diversidad de insectos minadores de hojas y formadores de agallas en el dosel y sotobosque del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana.* 89:153-168.
- Meller, D. A. 2013. Registro del Zorzal Azulado (*Turdus flavipes*) en el extremo noroeste de Río Grande do Sul, Brasil. *El Hornero.* 28(1):35-38.
- Michalski, M.; Nadolski, J.; Marciniak, B.; Loga, B. and Bańbura, J. 2011. Faecal analysis as a method of nestling diet determination in insectivorous birds: a case study in Blue Tits *Cyanistes caeruleus* and Great Tits *Parus major*. *Acta Ornithologica.* 46(2):164-172.
- Microsoft Excel. 2016. Excel. Microsoft Office para Windows.
- Mills, K. L. 1998. Multispecies seabird feeding flocks in the Galápagos Islands. *The Condor.* 100(2):277-285.
- Montaldo, N. H. 2005. Aves frugívoras de un relicto de selva subtropical ribereña en Argentina: manipulación de frutos y destino de las semillas. *Hornero.* 20(2):163-172.
- Murdoch, W. W.; Evans, F. C. and Peterson, C. H. 1972. Diversity and pattern in plants and insects. *Ecology.* 53(5):819-829.
- Navarro, S. A. y Gordillo, A. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las aves de México. Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Proyecto CS010. México, DF. 38 p.
- Nocedal, J. 1984. Estructura y utilización de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana.* 1(6):1-45.
- Norris, A. R. and Martin, K. 2012. Red-breasted nuthatches (*Sitta canadensis*) increase cavity excavation in response to a mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae*) outbreak. *Ecoscience.* 19(4):308-315.
- Oosting, H. J. 1956. *The study of plant communities.* Freeman. San Francisco, USA. 185 p.
- Ostrand, W. D. 1999. Marbled murrelets as initiators of feeding flocks in Prince William Sound, Alaska. *Waterbirds.* 22(2):314-318.
- Platt, H. M.; Shaw, K. M. and Lambshead, P. J. D. 1984. Nematode species abundance patterns and their use in the detection of environmental perturbations. *Hydrobiologia.* 118:59-66.

- Pyke, G. H.; Pullman, H. R. and Charnov, E. L. 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. *The Quarterly Review of Biology*. 52(2):137-154.
- Quilique, E.; Marín, G.; Carvajal, Y. y Ferrer, H. 2010. Componentes de la dieta de *Sporophila minuta*, *S. intermedia* (Emberizidae), *Myiozetetes similis* y *Elaenia flavogaster* (Tyrannidae), en un ecotono bosque palustre-basimontano de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 44(2):161-172.
- R: Copyright 2018. The R foundation for statistical computing Version 3.5.1. (2018-07-10). ISBN 3-900051-07-0.
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.; Pyle, P.; Martín, T. E.; DeSante, D. F. y Milá, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Department of Agriculture and Forest Service. USA. 46 p.
- Remsen, J. V. Jr. and Robinson, S. K. 1990. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies Avian Biol*. 13:44-160.
- Rosas-Espinoza, V. C.; Maya-Elizarraras, E.; Reyna-Bustos, O. F. and Huerta-Martínez, F. M. 2008. Diet of acorn woodpeckers at La Primavera forest, Jalisco, Mexico. *The Wilson J. Ornithol*. 120(3):494-498.
- Rosenberg, K. V. and Cooper, R. J. 1990. Quantification of diets approaches to avian diet analysis. *Studies Avian Biol*. 13:80-90.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ª. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, DF. 504 p.
- Sainz-Borgo, C. 2015. Nota: consumo de obreras *Eciton burchellii* (Hymenoptera: Formicidae) por varias especies de aves en condiciones urbanas. *Ecotrópicos*. 28(1-2):38-42.
- Schowalter, T. D. 1994. Invertebrate community structure and herbivory in a tropical rain forest canopy in Puerto Rico following Hurricane Hugo. *Biotropica*. 26(3):312-319.
- Somasundaram, S. and Vijayan, L. 2008. Foraging behavior and guild structure of birds in the montane wet temperate forest of the Palni Hills, South India. *Podoces*. 3(1/2):79-91.
- Stiles, E. W. 1978. Avian communities in temperate and tropical alder forests. *Condor*. 80:276-284.
- Wen, D. M.; Yu, L. F.; Liu, Y. H.; Yan, X. F.; Lu, P. F. and Luo, Y. Q. 2016. *Trabala vishnou* gigantea yang (Lepidoptera: Lasiocampidae) larval fitness on six sympatric plant species in sea-buckthorn forest. *J. Insect Behavior*. 29(5):591-604.
- Whitaker, J. O. Jr. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. *In: ecological and behavioral methods for the study of bats* (Ed.). TH Kunz. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 171-189 pp.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. 32-45 pp.