



COEXISTENCIA TRÓFICA DE AVES CARPINTERAS (Picidae) EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* (Zucc.) DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA PEÑA ALTA, SAN DIEGO DE LA UNIÓN, GUANAJUATO

TROPHIC COEXISTENCE OF WOODPECKERS (Picidae) IN A *Pinus cembroides* (Zucc.) FOREST OF THE NATURAL PROTECTED AREA KNOWN AS PEÑA ALTA, SAN DIEGO DE LA UNION, GUANAJUATO

Saúl Ugalde-Lezama¹; Luis A. Tarango-Arámbula^{2†}; Gustavo Ramírez-Valverde³; Armando Equihua-Martínez⁴; Juan I. Valdez-Hernández⁵

Colegio de Postgraduados, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C. P. 56230, Programas de Ganadería¹, Forestal⁵, Estadística³, Entomología y Acarología⁴. Campus San Luis Potosí². Correo-e: Itarango@colpos.mx ([†]Autor para correspondencia).

RESUMEN

Recibido: 8 de diciembre 2010
Aprobado: 16 de junio 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa2010.11.128

Estudiar la coexistencia trófica en aves es relevante para su manejo y conservación. Para ello, de enero a octubre de 2008 se identificaron técnicas de cacería y componentes entomológicos de las dietas de aves piciformes. Para la observación de las aves se usó la técnica de búsqueda intensiva en puntos de radio fijo, y para su captura, redes de niebla. *Melanerpes formicivorus* y *Picoides scalaris* prefirieron las técnicas de cacería Perforar y Colectar. Dichas técnicas se explicaron por cinco y cuatro variables ($P < 0.05$), respectivamente. Los estratos más utilizados fueron *Pinus cembroides* y *Quercus spp.* Los órdenes de insectos más consumidos fueron Coleóptera y Hemiptera. Las principales familias registradas corresponden a Scolytidae, Curculionidae, Pentatomidae, Cicadellidae, Cleridae y Melyridae. Los insectos más consumidos fueron los tipo Plaga (P), No Plaga (NP) y Predadores (PR). Se registró una proporción significativa de individuos ($X^2 = 9.19$, $X^2_{0.001(5)} = 20.5$) de insectos en las dietas. Sin embargo, no fue posible registrar todos los fragmentos ($X^2 = 56.33$, $X^2_{0.001(5)} = 20.5$). El número de individuos ($\alpha = 0.05$, $P\text{-value} = 0.2317$) y fragmentos ($\alpha = 0.05$, $P\text{-value} = 0.2606$) entre especies fue similar. Siete variables ($P < 0.05$) determinaron la ocurrencia de grasa y el consumo de presas. Los Picidos bajo estudio, a pesar de poseer anatomías, fisiologías y etologías similares, coexistieron tróficamente segregados durante la procuración alimenticia, minimizando de esta manera la competencia interespecífica.

PALABRAS CLAVE: Trófico, dietas, *Pinus cembroides*, *Melanerpes formicivorus*, *Picoides scalaris*, Peña Alta.

ABSTRACT

The study of trophic coexistence in bird species is relevant to their management and conservation. From January to October 2008, feeding behaviors and entomological diet components of *Melanerpes formicivorus* and *Picoides scalaris* were identified. Fixed radius points were used to observe birds, mist nest were used to capture them. *Melanerpes formicivorus* and *Picoides scalaris* preferred the hunting techniques *Drilling* and *Collecting* during feeding behaviors. These hunting techniques were explained by five and four variables ($P < 0.05$), respectively. The strata *Pinus cembroides* and *Quercus spp.* were the most common by both species. Coleoptera and Hemiptera were the most consumed insect orders. The main families recorded correspond to Scolytidae, Curculionidae, Pentatomidae, Cicadellidae, Cleridae and Melyridae. The types of insects most consumed by both species were Pest (P), No Pest (NP) and Predators (PR). A significant proportion of individuals ($X^2 = 9.19$, $X^2_{0.001(5)} = 20.5$) of insects in diets was recorded. However, it was not possible to record all insect fragments ($X^2 = 56.33$, $X^2_{0.001(5)} = 20.5$). The number of individuals ($\alpha = 0.05$, $P\text{-value} = 0.2317$) and fragments ($\alpha = 0.05$, $P\text{-value} = 0.2606$) among species was similar. Seven variables ($P < 0.05$) determined the occurrence of fat and consumption of prey. Although the two species of woodpeckers studied have similar anatomy, physiology and ethology, they trophically coexisted in ANPPA segregated during their feeding process minimizing, in this way, interspecific competition.

KEY WORDS: Trophic, diets, *Pinus cembroides*, *Melanerpes formicivorus*, *Picoides scalaris*, Peña Alta.

INTRODUCCIÓN

Los pájaros carpinteros forman parte de una gran familia de la clase Aves, orden Piciforme, ampliamente distribuidos en el mundo, excepto en Madagascar, Australia y

INTRODUCTION

Woodpeckers belong to a big family of birds, order Piciformes, widely distributed in the world, except in Madagascar, Australia and extreme latitudes (Short, 1980;

latitudes extremas (Short, 1980; Alabarce, 1981). Mundialmente se han registrado 183 especies representadas en 24 géneros; la región del Neotrópico concentra el mayor número de éstas con 95 especies distribuidas en 11 géneros (Short, 1985). En México se reportan 27 especies (Winkler y Christie, 2002; Benz *et al.*, 2006), siendo *Picoides* y *Melanerpes* dos géneros que habitan algunos de sus bosques de pino templados (Jackson, 1971; Almazán-Núñez *et al.*, 2009; Ugalde-Lezama *et al.*, 2010). Estas aves han desarrollado evolutivamente adaptaciones morfológicas, anatómicas y etológicas, las cuales les han permitido desplazarse con habilidad entre la vegetación (Scortecci, 1969), y trepar y consumir larvas e insectos de los troncos. Otras especies, por el contrario, tienen una dieta más diversificada que incluye frutas frescas y semillas (Stacey, 1981; Sick, 1985; Mikich, 2002).

Short (1971), Morrison y With (1987), Grubb y Woodrey (1990) y Block (1991) realizaron estudios en los que el dimorfismo sexual desempeña un papel importante en la segregación de sus recursos alimenticios y uso diferencial del hábitat; particularmente en aves del género *Picoides*, familia Picidae (*e.g. Picoides nuttallii*). Otras especies como *Melanerpes formicivorus*, que también consume insectos, presentan un espectro trófico más amplio, incluyendo en su dieta desde bellotas hasta lagartijas; sin embargo, en el Neotrópico la composición entomológica de la dieta de ambos picidos se desconoce (Kattan, 1988; Koenig *et al.*, 1995; Winkler *et al.*, 1995; Koenig y Haydock, 1999). Por su parte, Patterer *et al.* (2003) estudiaron las dietas de *Melanerpes candidus* y *Colaptes melanochloros* basándose en sus contenidos estomacales, pero sólo indicaron los grandes grupos de organismos que conforman dichas dietas.

Los bosques de México presentan perturbaciones antropogénicas y disturbios naturales que, a través de la pérdida de su cobertura vegetal, han modificado su estructura, composición y dinámica natural (Rzedowski, 1978). El Área Natural Protegida Peña Alta (ANPPA) presenta condiciones de bosques con diferentes grados de perturbación, las cuales ocasionan diferentes patrones en su biodiversidad, favoreciendo a diversas especies de insectos (IEEG, 2002). El ANPPA alberga una importante comunidad de aves conformada por 60 especies clasificadas en cuatro órdenes y 20 familias; en donde la familia Picidae se representa en esta área únicamente por *Picoides scalaris* y *Melanerpes formicivorus* y de las cuales no existen estudios en esta región del Neotrópico sobre sus técnicas de cacería, y preferencia y composición entomológica de sus dietas, en función de diferencias morfológicas (Almazán-Núñez *et al.*, 2009), que permitan definir patrones de coexistencia trófica. Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron a) determinar las técnicas de cacería

Alabarce, 1981). 183 species represented in 24 genus have been recorded worldwide; 95 species (the highest number) represented in 11 genus are found in the Neotropical region (Short, 1985). 27 species are located in Mexico (Winkler and Christie, 2002; Benz *et al.*, 2006). *Picoides* and *Melanerpes* are two genus that live in temperate pine forest of this region (Jackson, 1971; Almazán-Núñez *et al.*, 2009; Ugalde-Lezama *et al.*, 2010). These birds have evolutionary developed morphological, anatomical and ethological adaptations, which allowed them to move with skills through the vegetation (Scortecci, 1969), to climb and to consume larvae and insects from trunks. On the contrary, other species have a more diversified diet which includes fresh fruits and seeds (Stacey, 1981; Sick, 1985; Mikich, 2002).

Short (1971), Morrison and With (1987), Grubb and Woodrey (1990) and Block (1991) conducted studies in which sexual dimorphism plays an important role in segregation of their food resources and the differential use of habitat; specially in birds belonging to the *Picoides* genus, Picidae family (*e.g. Picoides nuttallii*). Other species such as *Melanerpes formicivorus*, which also feed on insects, have a broader trophic spectrum, including in their diet from acorns to lizards; however, in the Neotropical region the entomological composition of the diet of both species is unknown (Kattan, 1988; Koenig *et al.*, 1995; Winkler *et al.*, 1995; Koenig and Haydock, 1999). Patterer *et al.* (2003) studied diets of *Melanerpes candidus* and *Colaptes melanochloros* based on their stomach contents, but they only indicated the large group of organisms comprising these diets.

Mexico's forests show anthropogenic and natural disturbances that, through the loss of land cover, have modified its structure, composition and natural dynamics (Rzedowski, 1978). The Natural Protected Area of Peña Alta (ANPPA, due its acronym in Spanish) shows forests conditions with different disturbances levels, which provoke different patterns in its biodiversity, benefiting different insect species (IEEG, 2002). The ANPPA has an important community of birds constituted by 60 species classified in four orders and 20 families; the Picidae family is represented in this area only by *Picoides scalaris* and *Melanerpes formicivorus*, but there is no information available in the Neotropical region about their hunting techniques, preference and the entomological composition of their diets, based on morphological differences (Almazán-Núñez *et al.*, 2009), to define patterns of trophic coexistence. Thus, the aims of the present study were a) to determine the hunting techniques used by *Melanerpes formicivorus* and *Picoides scalaris* during feeding, b) to define the entomological composition of their diets and c) to evaluate the trophic coexistence of these species; regarding their morphological differences (*e.g.* body fat condition, skull and beak structure).

utilizadas por *Melanerpes formicivorus* y *Picoides scalaris* durante su alimentación, b) definir la composición entomológica de sus dietas y c) evaluar la coexistencia trófica de dichas especies; todo ello considerando sus diferencias morfológicas (e.g. condición de grasa corporal, estructura del cráneo y pico).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se localiza en la porción sur del Área Natural Protegida Peña Alta (ANPPA), a 21° 27' 30.6" latitud norte, 100° 59' 6.5" longitud oeste, entre las cotas 2,147 a 2,332 m del sistema montañoso Cubo-Las Nieves. El área de estudio corresponde a un rodal de área *Pinus cembroides* [Zucc.] (Miranda y Hernández-X, 1963); el clima corresponde a *BS1k Semiseco*, con una temperatura media anual de entre 12 y 22 °C, presentando un invierno fresco con temperaturas inferiores a los 18 °C en el mes más frío y una precipitación promedio anual de 550 mm (IEEG, 2002). Este estudio se desarrolló en una superficie de 117.5 ha, la cual incluye condiciones de bosque semiconservado (BDC) y bosque perturbado (BDA; Figura 1). Sin embargo, en el proceso de identificación de la coexistencia trófica, objeto de este estudio, no se consideraron en el análisis estas dos condiciones de bosque.

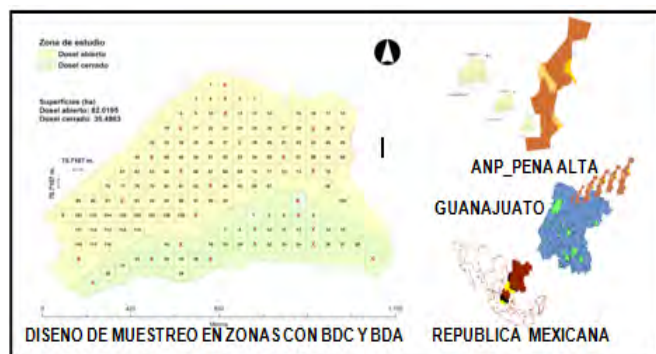


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio y distribución de las unidades de muestreo en el ANPPA. Fuente: Elaboración propia.

FIGURE 1. Location of the study area and distribution of sampling units in the ANPPA. Source: compiled by author.

Muestreo y registro de aves

Para el muestreo del área de estudio y obtener una independencia estadística de los datos, se definieron y establecieron 25 Unidades de Elección (UEI; 11 en BDC y 14 en BDA) mediante un muestreo sistemático (MS) y un muestreo simple aleatorio (MSA) acompañado de una elección sistemática (ES) con distancias mínimas entre cada UEI de 250 m. (Figura 1).

Durante enero-octubre 2008, se realizaron 10 muestreos de aves cuya duración fluctuó entre las 6:00 y 12:00 h, horario en que las aves tienen mayor actividad;

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study area is located south of The Natural Protected Area known as Peña Alta (ANPPA), at 21° 27' 30.6" N, 100° 59' 6.5" W, between 2,147 m to 2,332 m above sea level of Cubo-Las Nieves Mountain range. The study area corresponds to a stand of *Pinus cembroides* [Zucc.] (Miranda and Hernández-X, 1963); semidry climate (BS1k) with an annual mean temperature between 12 and 22 °C, with a cool winter with temperatures below 18° C during the coldest month, annual mean precipitation of 550 mm (IEEG, 2002). This study was conducted on a surface of 117.5 ha, which includes conditions of semi-preserved forest (BDC) and disturbed forest (BDA; Figure 1). However, in the process of identification of the trophic coexistence, these two conditions were not considered in the analysis.

Sampling and Record of Birds

To sample the study area and to obtain a statistical independence of the data, 25 Election Units (UEI; 11 in semi-preserved forest and 14 in disturbed forest) were established through a systematic sampling and a simple random sampling together with a systematic choice maintaining at least 250 m between each unit of election (Figure 1).

From January to October 2008, 10 samplings of birds were conducted. Samplings were taken between 6:00 and 12:00 h, time when birds are more active; however, samplings were taken half hour after sunrise and only in days with optimal weather conditions (Robbins *et al.*, 1986; Silva and Sherry, 1992; Lovette and Holmes, 1995). These samplings were conducted with two complementary monitoring schemes, in order to increase the likelihood of detection of species and individuals that have quiet and noiseless behavior (López-De-Casenave *et al.*, 1998): 1) intensive search points with fixed radius of 25 m (Ambrose, 1989; Ralph *et al.*, 1996) and 2) capturing using mist nest by constant effort (Hutto *et al.*, 1986; Rappole *et al.*, 1998; Wunderle, 1994). The implementations of these monitoring techniques depended on the sampling design defined and based on the heights (vertical strata of vegetation).

The monitoring of birds by means of intensive search in points with fixed radius of 25 m was developed using simultaneously the focal sample method (Altmann, 1974; Altmann and Altmann, 2003), where the observer is primarily located in the center of the units of choice and walk slowly inside until detecting a bird, recording only those birds that showed a hunting technique (Robinson and Holmes, 1982). Only the first exhibition of birds by some hunting techniques with a duration >20

sin embargo, éstos se realizaron media hora después de salir el sol y solamente en días con óptimas condiciones climáticas (Robbins *et al.*, 1986; Silva y Sherry, 1992; Lovette y Holmes, 1995). Estos muestreos se condujeron con dos esquemas complementarios de monitoreo, para aumentar la probabilidad de detección de especies e individuos de comportamiento quieto y silencioso (López-DeCasenave *et al.*, 1998): 1) búsqueda intensiva en puntos con radio fijo de 25 m (Ambrose, 1989; Ralph *et al.*, 1996) y 2) captura con redes de niebla mediante esfuerzo constante (Hutto *et al.*, 1986; Rappole *et al.*, 1998; Wunderle, 1994). La implementación de estas técnicas de monitoreo fue en función del diseño de muestreo definido y con base en las alturas (estratos verticales de la vegetación).

La observación de las aves mediante búsqueda intensiva en puntos con radio fijo de 25 m se desarrolló empleando simultáneamente el método de muestreo focal (Altmann, 1974; Altmann y Altmann, 2003), en el cual el observador se ubica primeramente en el centro de la UEI y recorre lentamente su interior hasta detectar a un ave, registrando sólo aquellas que mostraron alguna técnica de cacería marcada (Robinson y Holmes, 1982). Sólo se consideró en el análisis la primera exhibición de las aves por alguna técnica de cacería con una duración >20 segundos (Wunderle y Latta, 1998). Para evitar pseudo-repeticiones, únicamente se registró la primera técnica de cacería mostrada por cada individuo en las UEI (Wagner, 1981). Las observaciones de las aves se llevaron a cabo en periodos de 10 min; comenzando un minuto después de que el observador llegara a la UEI y permitir así que el comportamiento de las mismas se adaptara a su presencia (Reynolds *et al.*, 1980; Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996). La identificación de las aves se realizó mediante el uso de binoculares (25 x 50 m; Bushnell) y guías de campo (*e.g.* Peterson y Chalif, 1989; National Geographic Society, 2002). Además, se registró el número de individuos por especie, estrato utilizado durante su alimentación [Pino (PIN); Encino (ENC); Suelo (SUEL); Arbustivas (ABU); Mezquite (MEZ); Zacate (ZAC); Huizache (HUI); Aéreo (AER); Otros] y sus técnicas de cacería [Perforar (PER); Colectar (COL); Bajar (BAJ); Remover (REM); Arrebatar (ARR); Impulsar (IMP); Revolotear (REV); Barrer (BAR); Perseguir (PERS); Semirrevolotear (SEMIREV); Inspeccionar (INS); Otras], con base en los criterios de uso del hábitat y comportamientos tróficos propuestos por Fitzpatrick (1981), Szaro y Jakle (1982), Remsen y Robinson (1990); así como su comportamiento gregario y movimiento unidireccional (Elgar *et al.*, 1983).

La captura de las aves se desarrolló al siguiente día, después de finalizar el proceso de observación en cada UEI, en un horario de 6:00 a 12:00; para ello, se emplearon redes ornitológicas de niebla de 12 x 2.6 m y luz de malla de 36 mm (Ralph *et al.*, 1996; DeSante *et al.*, 2004) colocadas en todo el plano vertical de la ve-

seconds was considered (Wunderle and Latta, 1998). To avoid pseudo-repetitions only the first hunting technique showed by each individual in the units of choice was recorded (Wagner, 1981). Monitoring of birds were carried out in periods of 10 min; starting one minute after the observer arrived to the units of choice, allowing birds to adapt to his presence (Reynolds *et al.*, 1980, Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996). The identification of birds was conducted using binoculars (25 X 50 m; Bushnell) and fields guides (*e.g.* Peterson and Chalif, 1989; National Geographic Society, 2002). Also, the number of individuals per species was recorded, stratum used during feeding [Pine (PIN); Oak (ENC); Soil (SUEL); Shrubs (ABU); Mesquite (MEZ); Hay (ZAC); Huisache (HUI); Aerial (AER); Others] and their hunting techniques [Drilling (PER); Collecting (COL); Coming down (BAJ); Removing (REM); Snatching (ARR); Powering (IMP); Fluttering around (REV); Sweeping (BAR); Chasing (PERS); Semi-fluttering (SEMIREV); Inspecting (INS); Others], based on criteria of habitat use and trophic behavior proposed by Fitzpatrick (1981), Szaro and Jakle (1982), Remsen and Robinson (1990); as well as its gregarious behavior and unidirectional movement (Elgar *et al.*, 1983).

The capture of birds was conducted the next day, after finishing with the observation process in each unit of choice, on a schedule of 6:00 to 12:00; therefore, 12 x 2.6 m ornithological mist nets and a 36 mm mesh were used (Ralph *et al.*, 1996; DeSante *et al.*, 2004) placed throughout the vertical plane and supervised every 60 min. Birds were anatomically (*e.g.* width, beak length, skull, total length) and morphologically measured (*e.g.* body fat) by means of the criteria of Robbins *et al.*, (1986) and placed individually in cardboard boxes (15 x 15 x 10 cm) during 60 min, period in which samples of their excreta were taken, which were preserved in 70 % of alcohol. Faecal components, based on their morphological characteristics, were separated (using a stereoscopic microscope with a resolution of 10-80 x; Gámez-Virués *et al.*, 2007) and categorized in fragments of insects and no insects using the protocol of Whitaker (1988). Fragments of insects were identified as type [Pest, (P); No Pest (NP); Parasite (PA); Predator (PR)], order and family using the references of Comstock (1918), Naumann (1991), stehr (1991), Lepley (1994) and an own collection created during the present study (Medianero *et al.*, 2003). Once the entomological components were separated, we followed Rosenberg and Cooper's (1990) criteria to define the number of fragments, individuals and proportion of their faeces.

Data analysis

Woodpeckers species graphic associations with hunting techniques, strata and type of insects used during feeding, were created by mean of Simple Correlation Analy-

getación y revisadas cada 60 min. Las aves capturadas fueron medidas anatómicamente (e.g. ancho, largo del pico, cráneo, longitud total) y morfológicamente (e.g. grasa corporal) mediante los criterios de Robbins *et al.* (1986) y colocadas individualmente en cajas de cartón (15 x 15 x 10 cm) durante 60 min, periodo durante el cual se obtuvieron muestras de sus excretas y conservadas en alcohol al 70 %. Los componentes fecales, con base en sus características morfológicas, fueron separados (utilizando un microscopio estereoscópico con resolución de 10-80 x; Gámez-Virués *et al.*, 2007) y categorizados en fragmentos de insectos y no insectos empleando el protocolo de Whitaker (1988). Los fragmentos de insectos se identificaron como tipo [Plaga, (P); No Plaga (NP); Parásito (PA); Predator (PR)], orden y familia utilizando las referencias de Comstock (1918), Borror y DeLong (1971), Borror *et al.* (1989), Equihua (1989), Naumann (1991), Stehr (1991), Lepley (1994) y una colección propia creada durante el presente estudio (Medianero *et al.*, 2003). Una vez separados los componentes entomológicos, se siguieron los criterios de Rosenberg y Cooper (1990) para definir el número de fragmentos, individuos y proporción de sus restos.

Análisis de datos

Las asociaciones gráficas de las especies de pájaros carpinteros con las técnicas de cacería, estratos y tipos de insectos utilizados durante su alimentación, se generaron mediante Análisis de Correspondencias Simples (ACS; Benzécri, 1984; Greenacre, 2002; Härdle y Simar, 2007), utilizando el software Statistica v. 9.1. (Stat. Soft., 2010).

Las preferencias de las aves se definieron mediante Índices de Frecuencias de Observación (FO; Curts, 1993) modificados por Ugalde-Lezama *et al.* (2009). Para definir el índice de preferencia por algún estrato en particular se utilizó la siguiente ecuación: $FO = (\text{No. de aves registradas en un estrato} / \text{No. total de aves registradas en todos los estratos}) * 100$; para identificar la técnica de cacería se empleó: $FO = (\text{No. de aves registrando una técnica de cacería particular} / \text{No. total de aves registradas en todas las técnicas de cacería}) * 100$; y para definir la contribución de cada categoría entomológica en las dietas de las mismas: $FO = (\text{No. de familias de insectos registradas en la dieta de una especie de ave} / \text{No. total de familias de insectos registradas en la dieta de dicha especie de ave}) * 100$. Dichos índices se calcularon con el software Microsoft Excel (2007).

Las probabilidades de presencia o ausencia para la ocurrencia de las técnicas de cacería y la condición de grasa corporal asociada al consumo de presas, se calcularon con Análisis de Regresión Logística Simple (ARLS; Truett *et al.*, 1967). Durante estos análisis, las estructuras de los modelos se ajustaron mediante

sis (ACS, due to its acronym in Spanish; Benzécri, 1984; Greenacre, 2002; Härdle and Simar, 2007), using the Statistical Software v. 9.1. (Stat. Soft., 2010).

Preferences of birds were determined by means of Monitoring Frequency indices (FO; Curts, 1993) modified by Ugalde-Lezama *et al.* (2009). To define the index of preference for some particular stratum, the following equation was used: $FO = (\text{Number of birds recorded in one stratum} / \text{Number of birds recorded in all strata}) * 100$; to identify the hunting technique the following equation was used: $FO = (\text{Number of birds conducting a particular hunting technique} / \text{Total number of birds registered in all hunting techniques}) * 100$; and to define the contribution of each entomological category in diets, the following equation was used: $FO = (\text{Number of insect families recorded in the diet of one bird species} / \text{Total number of insect families recorded in the diet of this bird species}) * 100$. These indices were obtained using Microsoft Excel Software (2007).

The probability of presence or absence for the occurrence of the hunting techniques and the condition of body fat related to prey consumption, were obtained using the Simple Logistic Regression Analysis (ARLS, for its acronym in Spanish; Truett *et al.*, 1967). While performing these analyses, the structure of the models was adjusted by means of a step by step procedure (Stepwise), with the classification criteria of minimum Akaike (AIC; Akaike, 1969; Guisan and Zimmerman, 2000) to select, in both cases, the best model (Jongman *et al.*, 1995; Zocchi and Atkinson, 1999). During this process, statistically significant coefficients at $P < 0.05$ were considered (McCullagh and Nelder, 1989; González-Oreja, 2003). Both analyses were conducted using the Generalized Linear Models (GLM) of the software R v. 2.11.0 (Dalgaard, 2006; R, 2010).

To determine if the proportions of individuals and fragments expected per insect families were the same in diets of both bird species, a test of homogeneity of X^2 for contingency tables was used (Parker, 1976; Krebs, 1978; Molinero, 2003) utilizing the JMP IN software V. 8.0.1 (Academic SAS Institute Inc., 2009). The testable hypotheses were: 1) H_0 : The proportion of fragments per insect families found in diets of both bird species is equal in the study area vs. H_a : The proportion of fragments per insect families found in diets of both bird species differs in the study area; and 2) H_0 : The proportion of individuals per insect families found in diets of both bird species presumably can be observed in the study area vs. H_a : The proportion of individuals per insect families found in diets of both bird species is not presumably observed in the study area.

Since the suppositions of normality (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variances (Barlett) were not satisfied for

un procedimiento por pasos (Stepwise), con criterio de clasificación del mínimo Akaike (AIC; Akaike, 1969; Guisan y Zimmerman, 2000) para seleccionar, en ambos casos, el mejor modelo (Jongman *et al.*, 1995; Zocchi y Atkinson, 1999). Durante este proceso, se consideraron coeficientes estadísticamente significativos aquellos en los que $P < 0.05$ (McCullagh y Nelder, 1989; González-Oreja, 2003). Ambos análisis se realizaron usando los Modelos Lineales Generalizados (GLM) del software R v. 2.11.0. (Dalgaard, 2006; R, 2010).

Para determinar si las proporciones de individuos y fragmentos esperadas por familia de insecto eran las mismas en las dietas de ambas especies de aves, se utilizó una prueba de homogeneidad de χ^2 para tablas de contingencia (Parker, 1976; Krebs, 1978; Molinero, 2003) utilizando el software JMP IN v. 8.0.1 (Academic SAS Institute Inc., 2009). Las hipótesis contrastadas fueron: 1) Ho: La proporción de fragmentos por familia de insectos encontrados en las dietas de ambas especies de aves es igual en el área de estudio vs. Ha: La proporción de fragmentos por familia de insectos encontrados en las dietas de ambas especies de aves difiere en el área de estudio; y 2) Ho: La proporción de individuos por familia de insectos encontrados en las dietas de ambas especies de aves es la que presumiblemente se puede observar en el área de estudio vs. Ha: La proporción de individuos por familia de insectos encontrados en las dietas de ambas especies de aves no es la que presumiblemente se puede observar en el área de estudio.

En virtud de que no se cumplieron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Bartlett) para el uso de estadística paramétrica (Análisis de Varianza; ANOVA; Sokal y Rohlf, 1981), las posibles diferencias significativas en el número de individuos y los fragmentos por familia de insectos registrados en las dietas de ambas especies se llevaron a cabo con pruebas de estadística no paramétrica (Kruskal-Wallis para el contraste de k medianas; Zar, 1999) considerando una significancia de $\alpha = 0.05$ y empleando el software R v. 2.11.0. (Myles y Douglas, 1973; R, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ACS mostraron asociación del 100 % entre las especies de pájaros carpinteros y las técnicas de cacería, estratos y tipos de insectos [órdenes, familias y tipos (P, NP, PA, PR); así como de los coleópteros y hemípteros (P, NP, PR)] registrados en sus dietas (Figuras 2, 3 y 4, respectivamente).

La distribución de frecuencias mostradas como porcentajes (FO) de los estratos de alimentación, las técnicas de cacería, así como de las familias de insectos de los órdenes Coleópteros y Hemípteros más consumidas por especie, señalan que *Melanerpes formicivorus* y

the use of parametric statistics (Analysis of variance; ANOVA; Sokal and Rohlf, 1981), possible significant differences in the number of individuals and fragments per insect family recorded in diets of both species were carried out using non-parametric statistical tests (Kruskal-Wallis contrast for k medium; Zar, 1999) considering a significance of $\alpha = 0.05$ and using R v.2.11.0 (Myles and Douglas, 1973; R, 2010).

RESULTS AND DISCUSSION

The Simple Correlation Analysis showed a relationship of 100 % among woodpeckers and hunting techniques, strata and insects [orders, families and types (P, NP, PA, PR); as well as Coleoptera and Hemiptera (P, NP, PR)] recorded in their diets (Figure 2, 3 and 4, respectively).

Frequency distribution shown as proportions (FO) of feeding strata, hunting techniques, as well as of the insect families of the most consumed Coleoptera and Hemiptera orders per species, indicate that *Melanerpes formicivorus* and *Picoides scalaris* used these resources in different proportions in the study area (Table 1 and 2).

According to Errington (1930), food components of wildlife and their impact on plant communities help to improve their management and conservation. ASC and FO showed that *Melanerpes formicivorus* and *Picoides scalaris* can coexist, because in a gregarious or solitary way they use different vegetable strata (segregation) and hunting techniques during feeding; both species drilled the bark to reach their prey. However, *Melanerpes formicivorus* also collected phytophagous insects on the canopy; thus, the recommendations for management and conservation of both woodpecker species in the study area should focus on the design of strategies to enhance the habitat and creating better log and foliage conditions. These results are explained by Harrison *et al.* (1991), Mahon (1992), Camphuysen and Webb (1999) and Ostrand (1999), who indicated that birds have feeding groups, consequence of the conglomeration of prey, which attracts predatory species that interact with each other. The Picidae that found sites with prominent concentration of insects worked as catalytic indicators, in other words, they show to other birds the location of areas with high prey density. According to Mills (1998), this behavior was explained by means of visual recruitment when individuals that used the longer-lasting hunting technique, attracted other insectivorous birds. The gregariousness showed by Picidae birds during feeding is similar to that reported by Root (1967) and Guariguata and Kattan (2002), who indicate that birds are separated into individuals or groups of species that demand levels of similar ecological functions or some resource or similar ecological functions. This partially explains the drilling technique for both species, because these species were able to find prey groups even under the bark.

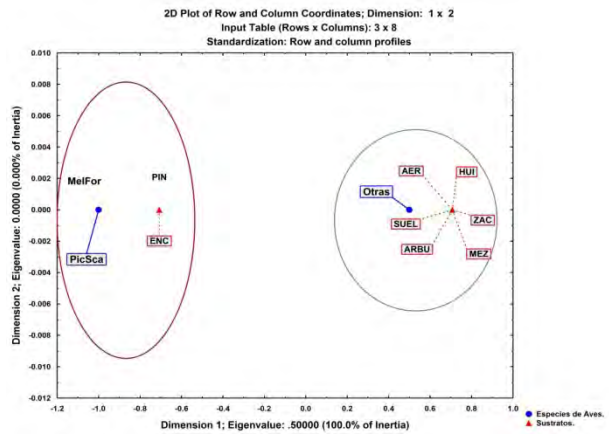
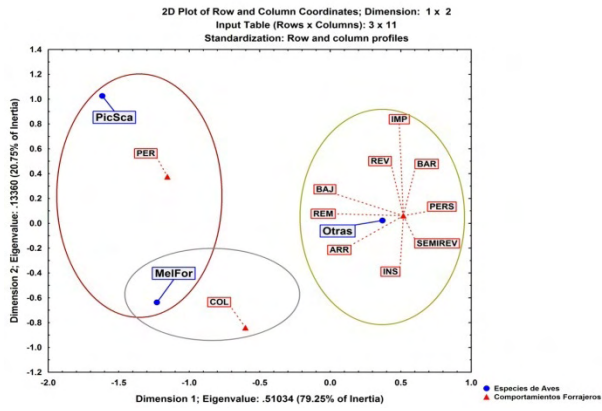


FIGURA 2. Representación de dos dimensiones del ACS entre las especies de aves y las técnicas de cacería (izquierda), estratos de alimentación (derecha) considerados en el área de estudio.

FIGURE 2. Two-dimensional representation of ACS among species of birds and hunting techniques (left), feeding strata (right) considered in the study area.

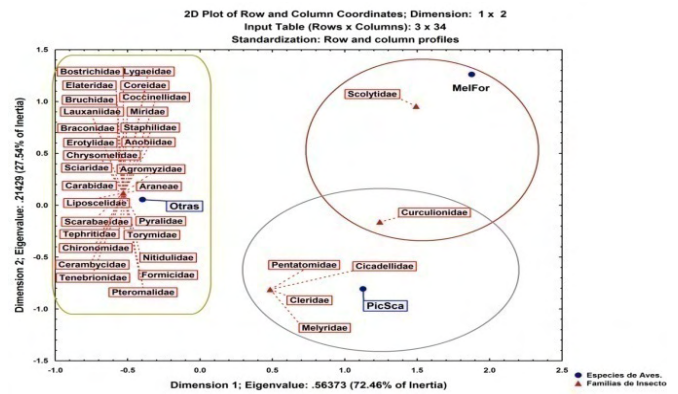
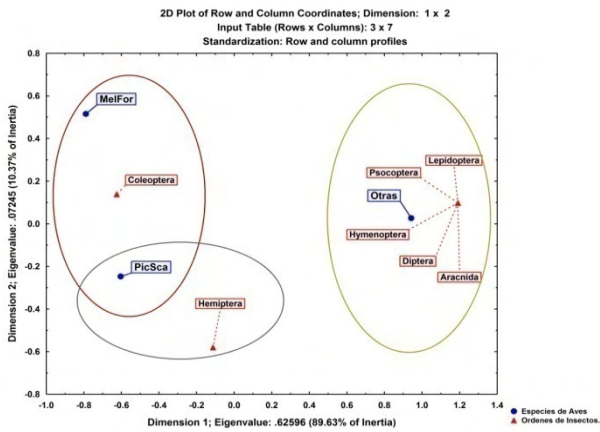


FIGURA 3. Representación de dos dimensiones del ACS entre las especies de aves y los órdenes (izquierda), familias (derecha) de insectos consumidos en el área de estudio.

FIGURE 3. Two-dimensional representation of ACS among bird species and orders (left), families (right) of insects consumed in the study area.

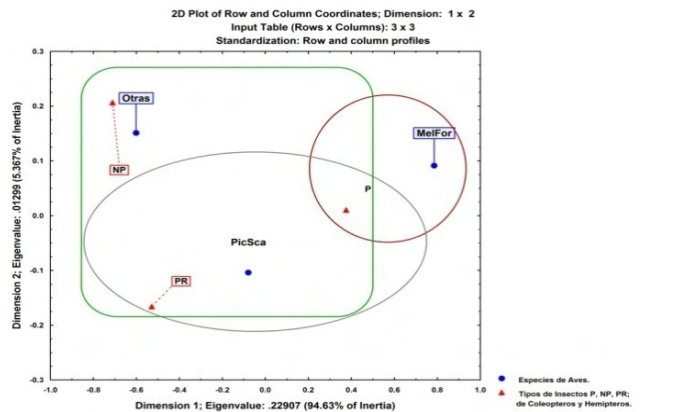
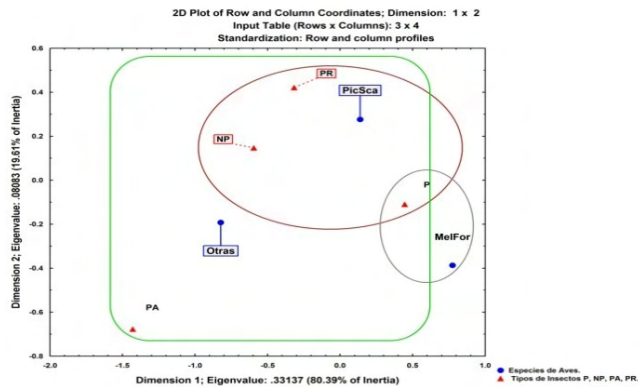


FIGURA 4. Representación de dos dimensiones del ACS entre las especies de aves y los tipos de insectos (P, NP, PA, PR; izquierda), tipos de insectos (Coleópteros y Hemípteros; P, NP, PR; derecha) consumidos en el área de estudio.

FIGURE 4. Two-dimensional representation of ACS among bird species and types of insects (P, NP, PA, PR; Left), types of insects (Coleoptera and Hemiptera, P, NP, PR; right) consumed in the study area.

Picoides scalaris utilizaron dichos recursos en diferente proporción en el área estudiada (Cuadros 1 y 2).

De acuerdo con Errington (1930), los comportamientos alimenticios de fauna silvestre y su incidencia en las comunidades vegetales contribuyen a mejorar su manejo y conservación. En este contexto, los ACS y FO mostraron que *Melanerpes formicivorus* y *Picoides scalaris* pueden coexistir, porque de manera gregaria o solitaria utilizan diferentes estratos vegetales (segregación) y técnicas de cacería durante su alimentación; ambas especies perforaron la corteza para la obtención de sus presas. Sin embargo, *Melanerpes formicivorus* también colectó insectos fitófagos sobre el dosel; por lo tanto, las recomendaciones para el manejo y conservación de ambas especies de carpinteros en el área de estudio, deberán enfocarse al diseño de estrategias que mejoren el hábitat y coadyuven a crear mejores condiciones de los troncos y el follaje. Estos resultados son explicados por Harrison et al. (1991), Mahon (1992), Camphuysen y Webb (1999) y Ostrand (1999), quienes señalan que las aves comúnmente forman grupos de alimentación, consecuencia de la conglomeración de presas, la cual atrae a especies de predadores que interactúan entre sí. Los picidos que encontraron sitios con una concentración sobresaliente de insectos funcionaron como indicadores catalíticos, es decir, señalaron a otras aves la ubicación de áreas con alta densidad de presas. Según Mills (1998), dicha conducta es explicada a través del reclutamiento visual durante el cual los individuos que utilizaron la técnica de cacería con una mayor duración, atrajeron a otras aves insectívoras. El gregarismo exhibido por las aves picidas durante su alimentación es similar al reportado por Root (1967) y Guariguata y Kattan (2002), quienes señalan que las aves se agrupan en gremios de especies o individuos que demandan niveles de algún recurso o funciones ecológicas similares de algún recurso o funciones ecológicas similares. Esto explica parcialmente la técnica de perforar por parte de ambas especies, ya que fueron capaces de encontrar grupos de presas incluso bajo la corteza.

Por otra parte, los ACS y FO mostraron que ambas especies coexisten debido a que presentaron asociaciones con dos estratos de alimentación, registrándose las mayores relaciones interespecíficas en troncos, ramas y follaje de *Pinus cembroides*; sin embargo, el estrato vegetal *Quercus spp.* fue utilizado en menor proporción. La utilización del estrato *Pinus cembroides* respondió a la dominancia de pináceas (95 %) en el área bajo estudio aunada a la etología trófica y las características morfológicas de las aves, aspectos que les proporcionaron ventajas para explotar nichos específicos. Esto concuerda parcialmente con Grigera et al. (1994); Johnson (2000); Becerra y Grigera (2005), quienes señalan como estratos más utilizados por algunas aves, incluyendo a *M. candi-*

CUADRO 1. Porcentaje de las técnicas de cacería y estratos de alimentación más utilizados por aves Piciformes mediante Análisis de FO en el área de estudio.

TABLE 1. Percentages of the most common hunting techniques and feeding strata by Piciforme birds using the FO analysis in the study area.

VARIABLES	Uso y Consumo	<i>Melanerpes formicivorus</i> (%)	<i>Picoides scalaris</i> (%)
Técnicas de Cacería	Perforar	89.5	100.0
	Colectar	10.5	0.0
	Total	100	100
Estratos	Pino	94.7	66.7
	Encino	5.3	33.3
	Total	100	100

CUADRO 2. Porcentaje de las familias de los órdenes Coleópteros y Hemípteros más utilizados por aves Piciformes mediante Análisis de FO en el área de estudio.

TABLE 2. Percentage of the most common families of the Coleoptera and Hemiptera orders by Piciforme birds using the FO analysis in the study area.

VARIABLE	Uso y Consumo	<i>Melanerpes formicivorus</i> (%)	<i>Picoides scalaris</i> (%)
Familias del Orden Coleoptera (Insecto)	Cleridae	0.0	16.7
	Curculionidae	50.0	16.7
	Melyridae	0.0	16.7
	Scolytidae	50.0	16.7
	Total	100	100
Familias del Orden Hemiptera (Insecto)	Cicadellidae	0.0	16.7
	Pentatomidae	0.0	16.7
	Total	100	100

On the other hand, ACS and FO showed that both species coexist, because both species showed relationship with two feeding strata, the greatest interspecific relationships were recorded in trunks, branches and foliage of *Pinus cembroides*; however, the vegetation strata *Quercus spp.* was in a smaller proportion used. The use of *Pinus cembroides* strata responded to the dominance of Pinaceae (95 %) in the study area combined with the trophic ethology and morphological characteristics of birds, aspects that provided advantages to focus on specific niches. This partially agrees with Grigera et al. (1994); Johnson (2000); Becerra and Grigera (2005),

das, a los troncos y ramas, debido a su disponibilidad y a que poseen alimento durante todo el año; sin embargo, no reportan el uso específico del follaje. Por su parte, Carrascal y Tellería (1985) y López-DeCasenave (2001) encontraron que los estratos constituyen una variable importante en la segregación trófica en aves.

La plasticidad ecológica exhibida por las dos especies de aves en el área de estudio, ilustró cómo éstas optimizaron su adecuación trófica en función de la utilización de distintos niveles de *Pinus cembroides*. Esto difiere de lo reportado por Cooper *et al.* (1988), Greenberg (1990) y Greenberg *et al.* (1997), quienes observaron un mayor uso de huizache y mezquite por parte de ciertos picidos en otras regiones. La permanencia de dichas aves en el área de estudio seguramente estuvo condicionada por la disponibilidad de estratos portadores de alimento, a los que se ajustaron las técnicas de cacería de cada especie. Por ejemplo, la técnica Perforar les permitió estar presentes durante todo el año debido a que aun en invierno encontraron larvas e insectos sobre y debajo de la corteza y ramas; en contraste, la técnica Colectar le facilitó a *Melanerpes formicivorus* la recolección de presas en el follaje, particularmente durante la primavera, disminuyendo con ello la competencia alimenticia con *Picoides scalaris* y permitiendo su coexistencia trófica.

Gámez-Virúés *et al.* (2007) argumentaron que la información de las dietas de aves permite conocer parte de su historia natural con fines de manejo de sus hábitats, de tal forma que se adapte o maximice el número de sus individuos. En este contexto, el ACS evidenció que *Melanerpes formicivorus* y *Picoides scalaris* usaron dos órdenes de insectos, consumiendo ambas coleópteros; sin embargo, *Picoides scalaris* se alimentó además de hemípteros. De igual forma, los ACS y FO señalaron que dichas aves consumieron seis familias de insectos depredando ambas especies a Scolytidae y Curculionidae; no obstante, *Picoides scalaris* consumió adicionalmente a Pentatomidae, Cicadellidae, Cleridae y Melyridae. Asimismo, el ACS indicó que entre las dos especies de carpinteros consumieron tres tipos de insectos (P, NP, PR), particularmente componentes entomológicos plaga, y sólo *Picoides scalaris* consumió presas no plaga y predadores. Por su parte, el ACS para coleópteros y hemípteros mostró que dichas especies de aves capturaron dos tipos (P, PR) de estos insectos, consumiendo ambas presas plagas; sin embargo, exclusivamente *Picoides scalaris* consumió predadores. Los resultados de la presente investigación coinciden parcialmente con lo reportado por Vigil (1973), Beltzer *et al.* (1995) y Rosas-Espinoza *et al.* (2008), quienes muestran el consumo de presas de algunas familias de los órdenes de coleópteros, hemípteros, himenópteros y lepidópteros; además de bellotas de diferentes especies de encinos, semillas y frutos por parte de *C. melanochloros*, *M. candidus* y

who indicate that trunks and branches were the most common strata by some birds, including *M. Candidus*, due to their availability and because they provide for food all over the year; however, the use of foliage was not reported. Meanwhile, Carrascal and Tellería (1985) and López-DeCasenave (2001) observed that strata are an important variable in trophic segregation in birds.

Ecological plasticity exhibited by both species of birds in the study area, showed how these birds optimized their trophic adaptation in function of the use of different levels of *Pinus cembroides*. This differs from that reported by Cooper *et al.*, (1998), Greenberg (1990) and Greenberg *et al.* (1997), who observed a greater use of acacia and mesquite tree by some specific picidaees in other regions. The reason that these birds remained in the study area probably was due to the availability of carries food strata, adjusting the hunting techniques of each species. For example, the Drilling technique allowed them to be present throughout the year because even in winter they found grubs and insects on and under the bark and branches; in contrast, for the *Melanerpes formicivorus* species the Collecting technique facilitated the recollection of prey in foliage, especially during summer, thereby reducing food competition with *Picoides scalaris* and producing a trophic coexistence.

Gámez-virúés *et al.* (2007) indicated that the information of the bird's diets provides knowledge about their natural history in order to manage their habitat, in such a way that meets or maximize the number of individuals. ACS showed that *Melanerpes formicivorus* and *Picoides scalaris* species used two insect orders, both species consumed Coleoptera; however, *Picoides scalaris* also consumed Hemiptera. Moreover, ACS and FO showed that these birds consumed six families of insects, both species consumed Scolytidae and Curculionidae; nevertheless *Picoides scalaris* additionally consumed Pentatomidae, Cicadellidae, Cleridae and Melyridae. Likewise, ACS showed that both species together ate three types of insects (P, NP, PR), especially entomological components (pest), and *Picoides scalaris* consumed prey, not pest and predators. The Simple Correlation Analysis for Coleoptera and Hemiptera showed that both species captured two type (P, PR) of insects, both species consumed pest and prey; however *Picoides scalaris* consumed only predators. The results of the present study partially agree with those reported by Vigil (1973), Beltzer *et al.* (1995) and Rosas-Espinoza *et al.* (2008), who showed the prey consumption of some families belonging to the Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera and Lepidoptera orders; as well as acorns from different oak species, seeds and fruits by *C. Melanochloros*, *M. Candidus* and *Melanerpes formicivorus*. Insect families recorded in these species not agree with those recorded in the present study, but for *Melanerpes formi-*

Melanerpes formicivorus. Si bien las familias de insectos registradas en dichas especies de aves no coinciden con las registradas en el presente estudio, para *Melanerpes formicivorus* coincide el consumo del orden Coleóptera, lo cual apoya además lo reportado por Chatellenaz (2008) y Recher y Majer (2006), quienes sugieren que en algunos ecosistemas de Argentina y Australia algunas aves residentes (e.g. *Melanerpes formicivorus* y *Picooides scalaris*, para el área bajo estudio) contribuyen significativamente al control biológico de algunas plagas forestales del orden Coleóptera mediante depredación.

Los modelos de ARLS de las técnicas de cacería Perforar, Colectar y de Condición de Grasa Corporal presentaron un AIC de 76.9, 835.2 y 192.8, respectivamente. Los resultados obtenidos en los GLM (Cuadros 3, 4 y 5), respectivamente, señalan las variables que determinaron la probabilidad de ocurrencia para ambas técnicas de cacería y una óptima condición de grasa. De acuerdo con estos modelos, los pájaros carpinteros registrados en el ANPPA respondieron a variaciones en esos componentes o variables.

Así, los resultados del ARLS sugieren que las técnicas de cacería estuvieron también determinadas por la disponibilidad de estratos vegetales en un plano vertical (altu-

civorous the consumption of Coleoptera order agrees with that reported by Chatellenaz (2008) and Recher and Majer (2006), who suggest that in some ecosystems of Argentina and Australia some living birds (e.g. *Melanerpes formicivorus* and *Picooides scalaris*, for the study area) significantly contribute to the biological control of some forest pests from the Coleoptera order by means of predation.

ARLS models of the hunting techniques Drilling and Collecting and the Body Fat Conditions showed an AIC of 76.9, 835.2 and 192.8, respectively. The results obtained in the Generalized Linear Models (Table 3, 4 and 5), respectively, showed the variables that determined the probability of occurrence for both hunting techniques and an optimal fat condition. According to these models, woodpeckers recorded in ANPPA responded to variations in these components of variables.

ARLS results suggest that hunting techniques were also determined by the availability of plant strata in a vertical plane (altitude), where these especial conditions of habitat influenced the presence of grubs and insects and the trophic ethology of woodpeckers. Therefore, the height at which birds were fed determined the distribution of

CUADRO 3. Resultados del ARLS mediante GLM para la técnica de cacería perforar y las variables consideradas en el área de estudio.

TABLE 3. ARLS results using GLM for the hunting technique Drilling and the variables considered in the study area.

Coeficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z)	Significancia
(Intercept)	-5.86810	1.53100	-3.83300	0.00013	***
Ubicación Vertical en el Tronco del Árbol	6.50050	1.53590	4.23200	2.31E-05	***
Comportamiento Gregario	1.34090	0.73130	1.83400	0.06671	.
Estrato	1.44840	0.43660	3.31700	0.00091	***
Localización	-1.32370	0.37090	-3.56900	0.00036	***
Ubicación Vertical en el Follaje del Árbol	-1.05920	0.62250	-1.70200	0.08883	.
Códigos de Significancia:	0.001 (****)	0.01 (***)	0.05 (**)	0.1	NS

Nota: Coeficientes significativos ($P < 0.05$) del GLM realizado con datos de la técnica de cacería Perforar en el área de estudio, ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicha técnica de cacería (Y) y las variables consideradas. Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica y se aplicó la transformación logit como función de liga.

Note: significant coefficients ($P < 0.05$) of GLM carried out with data of the hunting technique Drilling in the study area, this hunting technique (Y) and the variables were adjusted as a stepwise regression. A binomial distribution was assumed in presence or absence of the technique and the logit transformation was applied as a link function.

CUADRO 4. Resultados del ARLS mediante GLM para la técnica de cacería Colectar y las variables consideradas en el área de estudio.

TABLE 4. ARLS results using GLM for the hunting technique Collecting and the variables considered in the study area.

Coeficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z)	Significancia
(Intercept)	-1.32338	0.20978	-6.30800	2.82E-10	***
Estrato	-0.20132	0.07346	-2.74000	6.14E-03	**
Suelo Distancia	0.04983	0.02002	2.48900	1.28E-02	*
Comportamiento Gregario	0.83827	0.15148	5.53400	3.13E-08	***
Ubicación Herbáceas Distancia	0.05058	0.02839	1.78200	7.48E-02	.
Códigos de Significancia:	0.001 (****)	0.01 (***)	0.05 (**)	0.1	NS

Nota: Coeficientes significativos ($P < 0.05$) del GLM realizado con datos de la técnica de cacería Colectar en el área de estudio, ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicha técnica de cacería (Y) y las variables consideradas. Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de la técnica y se aplicó la transformación logit como función de liga.

Note: significant coefficients ($P < 0.05$) of GLM carried out with data of the hunting technique Collecting in the study area, this hunting technique (Y) and the variables were adjusted as a stepwise regression. A binomial distribution was assumed in presence or absence of the technique and the logit transformation was applied as a link function.

CUADRO 5. ARLS mediante GLM para condición de grasa corporal de pájaros carpinteros y variables asociadas en el área de estudio.
TABLE 5. ARLS usign GLM for body fat conditions of woodpeckers and related variables in the study area.

Coefficientes:	Estimados	Error Estándar	Valor de Z	Pr(> z)	Significancia
(Intercept)	-1.07326	0.99778	-1.07600	0.28209	-
Periodo No Migratorio	-1.44659	0.49441	-2.92600	0.00344	**
Área (BDA)	1.57573	0.46806	3.36600	0.00076	***
Sexo Macho	1.50926	0.51418	2.93500	0.00333	**
Ancho del Pico	-3.57978	1.38923	-2.57700	0.00997	**
Longitud Total	0.14109	0.08337	1.69200	0.09059	.
Longitud del Cráneo	-1.05926	0.41761	-2.53700	0.01120	*
Longitud del Pico	1.42163	0.85544	1.66200	0.09654	.
Códigos de Significancia:	0.001 ****	0.01 ***	0.05 **	0.1	NS

Nota: Coeficientes significativos ($P < 0.05$) del modelo GLM realizado con datos de la condición de grasa corporal de pájaros Carpinteros en el área de estudio, ajustados como una regresión por pasos (Stepwise) entre dicha condición corporal (Y) y las variables consideradas. Se asumió una distribución binomial en la presencia o ausencia de grasa y se aplicó la transformación logit como función de liga.

Note: significant coefficients ($P < 0.05$) of the GLM model carried out with data of woodpeckers body fat condition in the study area, body condition (Y) and the variables were adjusted as a stepwise regression. A binomial distribution was assumed in presence or absence of the technique and the logit transformation was applied as a link function.

ras), en donde estas condiciones particulares del hábitat influyeron sobre la presencia de larvas e insectos presa y sobre la etología trófica de los pájaros carpinteros. Por ello, la altura a la que se alimentaron dichas aves determinó la distribución de presas y consecuentemente el despliegue de ciertas técnicas de cacería, como lo sugieren parcialmente MacArthur (1958), Holmes *et al.* (1979), Marini y Cavalcanti (1993) y Latta y Wunderle (1998), quienes encontraron que algunas aves, incluyendo picidos, se alimentan en las áreas de transición definidas por los estratos con altura media y superior.

La diversidad de estratos de alimentación en el área de estudio, las técnicas de cacería utilizadas y la altura fueron variables que le permitieron a ambas especies separar sus nichos ecológicos. De acuerdo con Nosedal (1984), la utilización de la estructura vertical en bosques templados es selectiva a troncos, ramas y follaje del estrato superior, lugar desde donde las especies estudiadas ubicaron a sus presas y definieron qué técnica de cacería utilizar.

El ARLS también señaló que la condición de grasa corporal en pájaros carpinteros se determinó por factores ambientales propios del área de estudio y por variables morfológicas (*e.g.* cráneo y pico) que influyeron en el consumo de ciertos tipos de insectos y en la selección, conducta trófica y condición corporal del ave. Este patrón ha sido mostrado por aves frugívoras, en las cuales la morfología del pico y otras estructuras dependen del tamaño, forma, textura y tipo de alimento consumido (Wiens y Rotenberry, 1987; Gill, 1990; Colorado, 2004; Montaldo, 2005; Tietz y Johnson, 2007). Los resultados de esta investigación apoyan lo propuesto por Howe (1984) y Levey y Stiles (1994) quienes señalan que el pico es una adaptación clave, por lo que su tamaño, forma y fortaleza afecta su dieta, como sucedió en este estudio entre la morfología de las aves y el consumo de

prey and consequently the deployment of certain hunting techniques, like MacArthur partially suggest (1958), Holmes *et al.* (1979), Marini and Cavalcanti (1993) and Latta and Wunderle (1998), who observed that some birds, including Picidae, feed in the transition areas determined by strata with high and medium height.

Diversity of feeding strata of the study area, the hunting techniques used and the height were variables that allowed both species to separate their ecological niches. According to Nosedal (1984), the use of the vertical structure in temperate forests is selective to trunks, branches and foliage of the upper stratum, place from where the studied species located their prey and identified which hunting technique to use.

ARL also indicated that body fat condition in woodpeckers was determined by environmental factors typical of the study area and by morphological variables (*e.g.* skull and beak) that influenced the consumption of certain types of insects and the selection, trophic behavior and body condition of the bird. This pattern has been shown by frugivorous birds, in which the morphology of the beak and other structures depend on the size, shape, texture and type of feed consumed (Wiens y Rotenberry, 1987; Gill, 1990; Colorado, 2004; Montaldo, 2005; Tietz y Johnson, 2007). The results of the present study support that reported by Howe (1984) and Levey and Stiles (1994), who indicate that the peak is an important adaptation, therefore its size, shape and strength affects its diet, as it occurred in this study between the morphology of birds and the consumption of taxa of different sizes. These adaptations allow birds to reduce the risk of consuming unhealthy food and to locate food sources by means of image sticking (Ricklefs, 1990). Likewise, morphological variables had influence on the body condition of birds, and few bird species were included in a single

taxas de diversos tamaños. Dichas adaptaciones le permiten a las aves disminuir el riesgo de consumir alimentos dañinos y localizar fuentes de alimento por medio de fijación de imágenes (Ricklefs, 1990). Asimismo, las variables morfológicas influyeron en la condición corporal de las aves, y pocas especies de aves se incluyeron en un solo gremio trófico consumiendo otros recursos (e.g. semillas, este estudio) como consecuencia de la escasez de presas durante ciertos periodos clave.

De acuerdo con las pruebas de homogeneidad para el número de individuos y fragmentos (Cuadros 6 y 7, respectivamente), se observó una proporción adecuada de individuos de las diferentes familias de insectos que potencialmente consumen los pájaros carpinteros ($X^2=9.19$, $X^2_{0.001(5)}=20.5$). Sin embargo, no fue posible registrar todos los fragmentos de dichas presas ($X^2=56.33$, $X^2_{0.001(5)}=20.5$).

El número de individuos (P -value=0.2317) y fragmentos (P -value=0.2606) registrados en las dietas de ambas especies de aves no difirieron significativamente (Cuadros 8 y 9, respectivamente). Estos resultados podrían explicarse por los procesos fisiológicos de digestión de cada especie y el tiempo de consumo previo a la obtención de las excretas, las cuales, según Rosenberg y

trophic guild consuming other resources (e.g. seeds, for this study) due to the scarcity of prey during certain key periods.

According to the homogeneity tests for the number of individuals and fragments (Table 6 and 7, respectively), an appropriate proportion of individuals of different families of insects that woodpeckers potentially consume ($X^2=9.19$, $X^2_{0.001(5)}=20.5$) was observed. However, it was not possible to record all prey fragments ($X^2=56.33$, $X^2_{0.001(5)}=20.5$).

The number of individuals (P -value=0.2317) and fragments recorded in diets of both bird species did not differ significantly (Tables 8 and 9, respectively). These results could be explained by the physiological processes of digestion of each species and time of consumption prior to obtaining excreta, which, according to Rosenberg and Cooper (1990), have differential ranges of digestion. However, the analysis of excreta provides valuable information on the type and size of consumed prey (Ralph et al., 1985). The results obtained from the analysis of excreta agree with that found by Baker and Brooks (1982) and Wurtz (1995), who indicated that birds have an effective control of insect pest populations and that the presence of birds in the Protected Natural

CUADRO 6. Prueba de homogeneidad de poblaciones de Chi-cuadrada (X^2) para comparar la distribución de individuos (a partir de fragmentos como indicio) por familia de insectos en las dietas de ambas especies de pájaros carpinteros en el área de estudio.

TABLE 6. Chi-square test of homogeneity (X^2) to compare the distribution of the individuals (based on fragments as an indication) per insect family in diets of both woodpecker bird species in the study area.

		Cicadellidae	Curculionidae	Clerydae	Melyridae	Pentatomidae	Scolytidae	Total obs	Suma X^2 total
OBS	MELFOR*	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	2.0	11.0	
ESP		0.42	5.50	1.69	0.42	0.42	2.54		
X^2		0.42	2.23	1.69	0.42	0.42	0.11		5.30
OBS	PICSA*	1.0	4.0	4.0	1.0	1.0	4.0	15.0	
ESP		0.58	7.50	2.31	0.58	0.58	3.46		
X^2		0.31	1.63	1.24	0.31	0.31	0.08		3.89
	Total.	1.0	13.0	4.0	1.0	1.0	6.0	26.0	9.19

*MELFOR= *Melanerpes formicivorus*; PICSA= *Picoides scalaris*.

*MELFOR= *Melanerpes formicivorus*; PICSA= *Picoides scalaris*.

CUADRO 7. Prueba de homogeneidad de poblaciones de Chi-cuadrada (X^2) para comparar la distribución de fragmentos por familia de insectos en las dietas de ambas especies de pájaros carpinteros en el área de estudio.

TABLE 7. Chi-square test of homogeneity (X^2) to compare the distribution of fragments per insect family in diets of both woodpecker bird species in the study area.

		Cicadellidae	Curculionidae	Clerydae	Melyridae	Pentatomidae	Scolytidae	Total obs	Suma X^2 total
OBS	MELFOR*	0.0	39.0	0.0	0.0	0.0	8.0	47.0	
ESP		3.87	17.99	3.87	6.58	6.58	8.12		
X^2		3.87	24.55	3.87	6.58	6.58	0.00		45.44
OBS	PICSA*	20.0	54.0	20.0	34.0	34.0	34.0	196.0	
ESP		16.13	75.01	16.13	27.42	27.42	33.88		
X^2		0.93	5.89	0.93	1.58	1.58	0.00		10.90
	Total.	20.0	93.0	20.0	34.0	34.0	42.0	243.0	56.33

*MELFOR= *Melanerpes formicivorus*; PICSA= *Picoides scalaris*.

*MELFOR= *Melanerpes formicivorus*; PICSA= *Picoides scalaris*.

CUADRO 8. Diferencias entre el número de individuos por familia de insectos registrados en las dietas de ambas especies de pájaros carpinteros en el área de estudio.

TABLE 8. Differences among the number of individuals per family of insects recorded in diets of both woodpecker bird species in the study area.

Familia de Insecto	<i>Melanerpes formicivorous</i>	<i>Picooides scalaris</i>	Núm. individuos totales consumidos por ambas especies
Scolytidae	2	4	6
Curculionidae	9	4	13
Cleridae	0	4	4
Melyridae	0	1	1
Cicadellidae	0	1	1
Pentatomidae	0	1	1
Núm. total de individuos consumidos por especie	11	15	26

CUADRO 9. Diferencias significativas entre el número de fragmentos por familia de insectos registrados en las dietas de ambas especies de pájaros carpinteros en el área de estudio.

TABLE 9. Significant differences among the number of fragments per family of insects recorded in diets of both woodpecker bird species in the study area.

Familia de Insecto	<i>Melanerpes formicivorous</i>	<i>Picooides scalaris</i>	Núm. de fragmentos totales consumidos por ambas especies
Scolytidae	8	19	27
Curculionidae	39	12	51
Cleridae	0	18	18
Melyridae	0	1	1
Cicadellidae	0	1	1
Pentatomidae	0	3	3
Núm. Total de fragmentos consumidos por especie	47	54	101

Cooper (1990), tienen rangos diferenciales de digestión. Sin embargo, el análisis de las excretas provee información valiosa sobre el tipo y tamaño de presas consumidas (Ralph *et al.*, 1985). Los resultados del análisis de las excretas coinciden con lo encontrado por Baker y Brooks (1982) y Wurtz (1995), quienes demostraron que las aves tienen un efecto controlador de las poblaciones de insectos plaga y que la presencia de aves en el Área Natural Protegida Peña Alta se debe a la disponibilidad diferencial de taxas alimenticios a través del año.

CONCLUSIONES

A pesar de que *Melanerpes formicivorous* y *Picooides scalaris* poseen características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento similares, éstas coexistieron tróficamente en el ANPPA mostrando diferentes estrategias durante la procuración de alimentos mediante el uso de diferentes estratos, diferentes técnicas de cacería y obtuvieron diferentes órdenes de insectos (restricción trófica de *Melanerpes formicivorous* y tendencia depredadora de *Picooides scalaris*); estas estrategias mostradas por las dos especies coadyuvaron a disminuir su competencia interespecífica. La presente investigación aporta nuevos registros para México de los componentes entomológicos

Area known as Peña Alta is due to the differential availability of food taxa throughout the year.

CONCLUSIONS

Although *Melanerpes formicivorous* and *Picooides scalaris* have anatomical, physiological characteristics and similar behaviors, they trophically coexist in the ANPPA showing different strategies to obtain food by means of the use of different strata, different hunting techniques and different insect orders (trophic restriction of *Melanerpes formicivorous* and predatory tendency of *Picooides scalaris*); these strategies showed by both species helped to decrease their interspecific competition. This research provides new records for Mexico on the entomological components that compound the diets of *Melanerpes formicivorous* and *Picooides scalaris* species in a *Pinus cembroides* forest in the state of Guanajuato, and lays the groundwork for future studies of this nature.

ACKNOWLEDGE

To C. Agustín Rodríguez Fuentes, for the entomological material identification, to M.C. Beatriz C. Aguilar Valdez, for providing the ornithological equipment (Universidad

que conforman las dietas de *Melanerpes formicivorus* y *Picoides scalaris* en un bosque de *Pinus cembroides* del estado de Guanajuato, y establece las bases para futuros estudios de esta naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Al C. Agustín Rodríguez Fuentes, por la identificación del material entomológico, y a la M.C. Beatriz C. Aguilar Valdez, por el préstamo de equipo ornitológico (Universidad Autónoma Chapingo); M.C. Jorge Valdez C., por el análisis de muestras en laboratorio (Colegio de Postgraduados); Instituto de Ecología del estado de Guanajuato (IEEG), por la autorización de trabajo en el área de estudio; Biól. Fernando De La Cruz Romero, C.P. Alicia Karina Gómez Rojas, Ing. José Domingo Cruz Labana, C. Juan Nava Londet, C. Antonio Ontiveros Fiscal y C. Juan Hernández Rocha (ANPPA) por las facilidades y apoyo brindados durante la realización de los trabajos de campo; Dr. Juan José Ramírez Delgadillo, por las sugerencias para mejorar el manuscrito.

Autónoma Chapingo); to M.C. Jorge Valdez C., for the laboratory sampling analysis (Colegio de Postgraduados); to Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG), for permitting to conduct this research in the study area; to the Biologist Fernando De La Cruz Romero, C.P. Alicia Karina Gómez Rojas, Ing. José Domingo Cruz Labana, C. Juan Nava Londet, C. Antonio Ontiveros Fiscal and C. Juan Hernández Rocha (ANPPA) for the facilities and support provided while performing this field work; Dr. Juan José Ramírez Delgadillo, for his recommendations to improve the manuscript.

End of English Version

key taxa on the phylogenetic tree. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 40, 389-399.

LITERATURA CITADA

- Academic SAS Institute INC. (2009). *JMP IN Versión 8.0.1: Statistics for the Apple Macintosh. Statistics and Graphics Guide*. Cary, North Carolina, USA: Academic SAS Inc.
- Akaike, H. (1969). Fitting autoregressive models for prediction. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 21, 243-247.
- Alabarce, E. (1981). Estudio comparativo de la porción superior del tracto digestivo y alimentación de dos Picidos de la provincia de Tucumán. *Acta Zoológica Lilloana* 26, 129-137.
- 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 (n. s)*, 25 (1), 123-142.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.
- Altmann, S. A. & Altmann, J. (2003). The transformation of behaviour field studies. *Animal Behaviour*, 65, 413-423.
- Ambrose, S. (1989). *The Australian bird count—have we got your numbers?*. Moonee Ponds, Vic. 3039, Australia: The Royal Australasian Ornithologists Union.
- Baker, J. A. & Brooks, R. J. (1982). Impact of raptor predation on a declining vole population. *Journal of Mammalogy*, 63, 297-300.
- 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 estratos de alimentación. *Hornero*, 20 (2), 131-139.
- Beltzer, A. H., Paporello De Amsler, G. y Neffen, MA. I. (1995). Biología alimentaria del carpintero real *Colaptes melanochloros* (Aves: Picidae) en el Valle Aluvial del Río Paraná, Argentina. *Anales de Biología Animal*, 20 (9), 53-59.
- Benz, B. W., Robbins, M. B. & Peterson, A. T. (2006). Evolutionary history of woodpeckers and allies (Aves: Picidae): Placing
- Benzécri, F. (1984). *Pratique de l'analyse des donnees. Analyse des correspondances and classification*. Paris, Dunod: Exposé élémentaire.
- Block, W. M. (1991). Foraging ecology of Nuttall's Woodpecker. *The Auk*, 108, 303-317.
- Borror, D. J. & DeLong, D. M. (1971). *An Introduction to the Study of Insects*, 3rd Ed. New York, USA: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Borror, D. J., Triplehorn, A. & Johnson, N. F. (1989). *An introduction to the study of insects*. 6th ed. Orlando, Florida, USA: Harcourt Brace College Publishing.
- Camphuysen, C. J. & Webb, A. (1999). Multi-species feeding associations in North Sea seabirds: jointly exploiting a patchy environment. *Ardea*, 87, 177-198.
- Carrascal, L. M. y Tellería, J. L. (1985). Estudio multidimensional del uso de espacio en un grupo de aves insectívoras forestales durante el invierno. *Ardeola*, 32 (1), 95-113.
- Chatellenaz, M. L. (2008). Ecología alimentaria de dos especies simpátricas del género *Basileuterus* en el Noreste de Argentina. *Hornero*, 23 (2), 87-93.
- Colorado, Z. G. J. (2004). Relación de la morfometría de aves con gremios alimenticios. *Boletín SAO*, 14 (27), 25-32.
- Comstock, J. H. (1918). *Outline of laboratory work in the study of the venation of the wings of insects*. Ithaca, New York, USA: The Comstock Publishing Company.
- Cooper, S. M., Owen-Smith, N. & Bryant, J. P. (1988). Foliage acceptability to browsing ruminants in relation to seasonal changes in the leaf chemistry of woody plants in a South African savanna. *Oecologia*, 75, 336-442.
- Curts, J. (1993). Análisis exploratorio de datos. En P. M. A. Salas y C. O. Trejo (Eds.), *Las aves de la Sierra Purépecha del Estado de Michoacán* (14 p.). Distrito Federal, México: SARH.
- Dalgaard, P. (2006). *Repeated measures tools for multivariate linear models: book of abstracts*. Vienna, Austria: The R User International.
- DeSante, D. F., Saracco, J. F. y Romo, D. Á. C. A. (2004). *Instrucciones para el establecimiento y manejo de estaciones de anillamiento de aves del programa MoSI (Monitoreo Sobrevida Invernal)*. Morelos, México: The Institute for Bird Populations y Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

- Elgar, M. A., Burren, P. J. & Posen, M. (1983). Vigilance and perception of flock size in foraging House Sparrow (*Passer domesticus* L.). *Behaviour*, 93, 215-223.
- Equihua, M. A. (1989). *Estados inmaduros de los insectos*. Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Errington, P. L. (1930). The pellet analysis method of raptor food habits study. *The Condor*, 32, 292-296.
- Fitzpatrick, J. W. (1981). Search strategies of tyrant flycatchers. *Animal Behaviour*, 29, 810-821.
- Gómez-Virués, S., Ronald, S. B., Geoff, M. G., Cilla, K., Anantanarayanan, R. & Helen, I. N. (2007). Arthropod prey of shelterbelt-associated birds: linking faecal samples with biological control of agricultural pests. *Australian Journal of Entomology*, 46, 325-331.
- Gill, F. B. (1990). *Ornithology*. New York, USA: W. H. Freeman and Company.
- 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.
- Greenberg, R. (1990). Ecological plasticity, neophobia, and resource use in birds. *Studies in Avian Biology*, 13, 29-37.
- Greenberg, R., Bichier, P. & Sterling, J. (1997). Acacia, cattle and migratory birds in southeastern Mexico. *Biological Conservation*, 80, 235-237.
- Grigera, D., Úbeda, C. y Calí, S. (1994). Caracterización ecológica de la asamblea de Tetrápodos del Parque y Reserva Nacional Nahuel Huapi. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67, 273-298.
- Grubb, T. C. Jr. & Woodrey, M. S. (1990). Sex, age, intraspecific dominance status, and the use of food by birds wintering in temperate-deciduous and cold-coniferous woodlands: a review. *Studies in Avian Biology*, 13, 270-279.
- Guariguata, M. R. & Kattan, G. H. (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago, Costa Rica: Ediciones LUR.
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186.
- Härdle, W. & Simar, L. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. New York, USA: Springer.
- Harrison, N. M., Whitehouse, M. J., Heinemann, D., Prince, P. A., Hunt, G. L. Jr. & Veit, R. R. (1991). Observations of multispecies seabirds flocks around South Georgia. *The Auk*, 108, 801-810.
- Holmes, R. T., Schultz, J. C. & Nothnagle, P. (1979). Bird predation on forest insects: an enclosure experiment. *Science*, 206, 462-463.
- Howe, H. F. (1984). Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation*, 30, 261-281.
- Hutto, R. L., Pleschet, S. M. & Hendricks, P. (1986). A fixed-radius point count method for non-breeding and breeding season use. *The Auk*, 103, 593-602.
- IEEG. (2002). Programa de manejo del Área Natural Protegida Peña Alta. Guanajuato, México: Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEEG).
- Jackson, J. A. (1971). The evolution, taxonomy, distribution, past populations and current status of the Red-Cockaded Woodpecker. In R. L. Thompson (Ed.), *The ecology and management of the Red-Cockaded Woodpecker* (pp. 4-29). Florida, USA: Fish and Wildlife Service.
- Johnson, M. D. (2000). Evaluation of an arthropod sampling technique for measuring food availability for forest insectivorous birds. *Journal of Field Ornithology*, 71 (1), 88-109.
- Jongman, R. H. G., Braak, C. J. F. T. & Tongeren, O. F. R. V. (1995). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. New York, USA: Cambridge University Press.
- Kattan, G. (1988). Food habits and social organization of Acorn Woodpeckers in Colombia. *The Condor*, 90, 100-106.
- Koenig, W. D. & Haydock, J. (1999). Oak, acorns, and the geographical ecology of Acorn Woodpeckers. *Journal of Biogeography*, 26, 159-165.
- Koenig, W. D., Stacey, P. B., Stanback, M. T. & Mumme, R. L. (1995). Acorn Woodpecker (*Melanerpes formicivorus*). In A. Poole & F. Gill (Eds.), *The birds of North America* (pp. 58-68). Washington D. C., USA: The American Ornithologists Union.
- Krebs, Ch. J. (1978). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance 2th*. New York, USA: Harper and Row Publishers.
- Latta, S. C. & 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.
- Lepley, M. (1994). L'étude des pelotes de réjection d'oiseaux insectivores: méthode, limite, et atlas de restes de proies du faucon crécerellette Falco naumanni en Plaine de Crau. *Faune de Provence CEEP*, 15, 5-15.
- Levey, D. J. & Stiles, F. G. (1994). Birds: Ecology, behavior, and taxonomic affinities. In L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide & G. S. Hartshorn (Eds.), *The Jungle: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest* (pp. 217-228). Chicago, USA: University of Chicago Press.
- López-DeCasenave, J. (2001). *Estructura gremial y organización de un ensamblaje de aves del desierto del Monte*. Trabajo de Grado de Doctorado no publicado. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- López-DeCasenave, J., Pellot, J. P., Caziani, S. M., Mermoz, M. & Protomastro, J. (1998). Responses of avian assemblages to a natural edge in a Chaco semiarid forest in Argentina. *The Auk*, 115 (2), 425-435.
- Lovette, I. J. & Holmes, R. T. (1995). Foraging behavior of American Redstarts in breeding and wintering habitats: implications for relative food availability. *The Condor*, 97, 782-791.
- MacArthur, R. H. (1958). Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39, 599-619.
- Mahon, T. E. (1992). The role of Marbled Murrelets in mixed-species feeding flocks in British Columbia. *The Wilson Bulletin*, 104, 738-743.
- Marini, M. A. & Cavalcanti, R. B. (1993). Habitat and foraging substrate use of three Basileuterus warblers from Central Brazil. *Ornitología Neotropical*, 4 (2), 43-57.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989). *Generalized linear models 2th*. London, England: Chapman and Hall.
- 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.
- Microsoft Excel. (2007). *Microsoft Excel*. New York: Microsoft Office for Windows.
- Mikich, S. B. (2002). Fruit consumption by four Woodpecker species (Picidae:Aves) in Semideciduous Seasonal Forest remnants of South Brazil. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 5 (2), 177-186.
- Mills, K. L. (1998). Multispecies seabird feeding flocks in the Galápagos Islands. *The Condor*, 100, 277-285.
- Miranda, F. y Hernández-X, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29-179.
- Moliner, L. M. (2003). *Análisis de tablas de contingencia de más de dos variables cualitativas*. Madrid, España: Sociedad Española de Hipertensión.
- 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.
- Morrison, M. L. & With, K. A. (1987). Interseasonal and intersexual resource partitioning in Hairy and White-headed Woodpeckers. *The Auk*, 104, 225-233.
- Myles, H. & Douglas, A. W. (1973). *Nonparametric statistical inference*. New York, USA: John Wiley and Sons.
- National Geographic Society. (2002). *Field guide to the birds of North America 4th*. Washington D.C., USA: National Geographic Society.
- Naumann, I. D. (1991). *The Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers 2th*. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing.
- Nocedal, J. (1984). Estructura y utilización de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 6, 1-45.
- Ostrand, W. D. (1999). Marbled murrelets as initiators of feeding flocks in Prince William Sound, Alaska. *Waterbirds*, 22, 314-318.
- Parker, R. E. (1976). *Estadística para biólogos*. Barcelona, España: Ediciones Omega S. A.
- Patterer, A. N., Beltzer, A. H. & Rossetti, M. A. (2003). Dieta de *Melanerpes candidus* carpintero blanco (Aves:Picidae) en el Valle de Inundación del Río de Paraná, Argentina. *Revista FAVE-Ciencias Veterinarias*, 2 (2), 132-139.
- Peterson, R. T. y Chalif, E. L. (1989). *Aves de México. Guía de campo*. México, Distrito Federal: Editorial Diana.
- R, (2010). *The R foundation for statistical computing R-versión 2.11.0*. New York: R Copyright.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martín, Th. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. New York, USA: Department of Agriculture and Forest Service.
- Ralph, C. P., Nagata, S. E. & Ralph, J. (1985). Analysis of droppings to describe diets of small birds. *Journal of Field Ornithology*, 56, 165-174.
- Rappole, J. H., Winker, K. & Powell, G. V. N. (1998). Migratory bird habitat use in Southern Mexico: Mist nets versus point counts. *Journal of Field Ornithology*, 69 (4), 635-646.
- Recher, H. F. & Majer, J. D. (2006). Effects of bird predation on canopy arthropods in Wandoo Eucalyptus Wandoo Woodland. *Austral Ecology*, 31, 349-360.
- Remsen, J. V. Jr. & Robinson, S. K. (1990). A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies in Avian Biology*, 13, 144-160.
- Reynolds, R. T., Scott, J. M. & Nussbaum, R. A. (1980). A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *The Condor*, 82, 309-313.
- Ricklefs, R. E. (1990). *Ecology*. New York, USA: W. H. Freeman and Company.
- Robbins, C. S., Bystrack, D. & Geissler, P. H. (1986). *The breeding bird survey: Its first fifteen years 1965-1979*. New York, USA: Fish and Wildlife Service.
- Robinson, S. K. & Holmes, R. T. (1982). Foraging behavior of forest birds: the relationships among search tactics, diet, and habitat structure. *Ecology*, 63, 1918-1931.
- Root, R. B. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37, 317-350.
- Rosas-Espinoza, V. C., Maya-Elizarraras, E., Reyna-Bustos, O. F. & Huerta-Martínez, F. M. (2008). Diet of Acorn Woodpeckers at La Primavera Forest, Jalisco, Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120 (3), 494-498.
- Rosenberg, K. V. & Cooper, R. J. 1990. Quantification of diets approaches to avian diet analysis. *Studies in Avian Biology*, 13, 80-90.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, Distrito Federal: Editorial Limusa.
- Scortecci, G. (1969). *Los animales como son, donde viven y como viven?. Vol. III*. Barcelona, España: Vergara.
- Short, L. L. (1980). Woodpeckers of the world. *The Bulletin of the American Museum of Natural History*, 4, 1-664.
- Short, L. L. (1985). Neotropical-Afrotropical Barbet and Woodpecker radiations: a comparison. *Ornithological Monographs*, 36, 559-574.
- Short, L. L. Jr. (1971). The systematics and behavior of some North American Woodpeckers, genus *Picoides* (Birds). *The Bulletin of the American Museum of Natural History*, 149, 1-118.
- Sick, H. (1985). *Ornitología brasileira: Uma introdução. Vol. 1*. Brasília, Brasil: Universidad de Brasília.
- Silva, A. & Sherry, T. W. (1992). Surveying wintering warbler populations in Jamaica: point counts with and without broadcast vocalizations. *The Condor*, 94, 924-936.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1981). *Biometry, 2th*. New York, USA: W. H. Freeman and Company.
- Stacey, P.B. (1981). Foraging behavior of the Acorn Woodpecker in Belize, Central America. *The Condor*, 83, 336-339.
- StatSoft. (2010). *Statistica (data analysis software system), Statistica version 9.1*. Tulsa, USA: StatSoft. Inc.
- Stehr, F. W. (1991). *Immature insects. Vol. 2*. New York, USA: Kendall, Hunt Publishing Company.
- Szaro, R. C. & Jakle, M. D. (1982). Comparison of variable circular-plot and spot-map methods in desert riparian and scrub habitats. *The Wilson Bulletin*, 94, 546-550.
- Tietz, J. R. & Johnson, M. D. (2007). Stopover ecology and habitat selection of juvenile Swainson's Thrushes during fall migration along the Northern California Coast. *The*

- Condor*, 109 (4), 795-807.
- Truett, J., Cornfield, J. & Kannel, W. (1967). A multivariate analysis of the risk of coronary heart disease in Framingham. *Journal of Chronic Diseases*, 20 (7), 511-524.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Velázquez-Mendoza, J., & Tarango-Arámbula, L. A. (2010). Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, 44, 159-169.
- Ugalde-Lezama, S., Valdez-Hernández, J. I., Ramírez-Valverde, G., Alcántara-Carbajal, J. L. y Velázquez-Mendoza, J. (2009). Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferente perturbación. *Madera y Bosques*, 15 (1), 5-26.
- Vigil, C. (1973). *Aves Argentinas y Sudamericanas*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Atlántida.
- Wagner, J. L. (1981). Visibility and bias in avian foraging data. *The Condor*, 83, 263-264.
- Whitaker, J. O. Jr. (1988). Food habits analysis of insectivorous bats. In T. H. Kunz, (Ed.), *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (pp. 171–189). Washington D.C., USA: Smithsonian Institution Press.
- Wiens, J. A. & Rotenberry, J. T. (1987). Diet relationships among North American grassland and shrubsteppe birds. *Oecologia*, 42, 253-292.
- Winkler, H. & Christie, D. A. (2002). Family Picidae (Woodpeckers). In J. Del Hoyo, A. Elliot and J. Sargatal (Eds.), *Handbook of the birds of the world, Vol. 7, Jacamars to Woodpeckers* (pp. 296-555). Barcelona, España: Lynx Editions.
- Winkler, H. D., Christie, D. A. & Nurney, D. (1995). *Woodpeckers, an identification guide to the Woodpeckers of the world*. New York, USA: Houghton Mifflin Company.
- Wunderle, J. M. Jr. (1994). *Métodos para contar aves terrestres del Caribe*. Louisiana, USA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Wunderle, J. M. Jr. & Latta, S. C. (1998). The assemblage of birds foraging in native west Indian pine (*Pinus occidentalis*) forests of Dominican Republic during the nonbreeding season. *Biotropica*, 30 (4), 645-656.
- Wurtz, T. L. (1995). Domestic geese: biological weed control in an agricultural setting. *Ecological Applications*, 5, 570-578.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis 4th*. New Jersey, USA: Prentice Hall, Inc.
- Zocchi, S. S. & Atkinson, A. C. (1999). Optimum Experimental Designs for Multinomial Logistic Models. *Biometrics*, 55 (2), 437-444.